

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 9291/2017
(86) PCT-Anmeldenummer: PCT/EP17072903
(22) Anmeldetag: 12.09.2017
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2020

(51) Int. Cl.: **E04C 2/34** (2006.01)

(30) Priorität:
12.09.2016 DE 102016117113.1 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
DE 10252207 B3

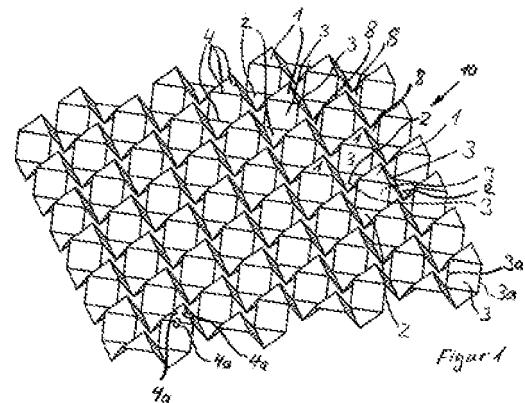
(73) Patentinhaber:
Kreuter Johann
1160 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Kreuter Johann
1160 Wien (AT)

(54) Strukturmatte und deren Herstellung

(57) Es werden eine Strukturmatte (10) sowie eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Strukturmatte (10) beschrieben. Die Strukturmatte umfasst:

- obere dünnwandige Knotenflächen (1) an der Oberseite der Strukturmatte (10) und untere dünnwandige Knotenflächen (2) an der Unterseite der Strukturmatte (10), wobei die oberen Knotenflächen (1) in Bezug auf die unteren Knotenflächen (2) in Dickenrichtung der Strukturmatte (10) beabstandet sind,
- wobei jede der oberen Knotenflächen (1) von drei Seitenkanten (4) eingefasst ist,
- wobei jede der oberen Knotenflächen (1) über drei dünnwandige Verbindungsflächen (3) mit drei unteren Knotenflächen (2) verbunden ist,
- wobei jede der unteren Knotenflächen (2) von drei Seitenkanten (4) eingefasst ist und
- wobei jede der unteren Knotenflächen (2) über drei dünnwandige Verbindungsflächen (3) mit drei oberen Knotenflächen (1) verbunden ist.



Beschreibung

STRUKTURMATTE UND DEREN HERSTELLUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Strukturmatte und ein Verfahren und eine Vorrichtung zu deren Herstellung. Die Anwendungen für eine solche Strukturmatte sind vielfältig. Besonders vorteilhaft kann die Strukturmatte als zwischen zwei Deckschichten oder Deckhäuten angeordneter Stützkern zur Bildung einer Verbundkonstruktion in Sandwichbauweise dienen.

[0002] Verbundbauteile in Sandwichbauweise, beispielsweise mit einem Stützkern aus einer wabenförmigen Matte oder einer geschäumten Platte, sind bekannt.

[0003] Die EP 1 727 633 B1 zeigt einen gefalteten Kern für Sandwichpaneele mit einer einzigen Krümmung. Der gefaltete Kern setzt sich aus mehreren Dreiecken und Trapezen zusammen.

[0004] Die US 2007/0015000 A1 beschreibt eine auf einer Wabenform basierende Strukturmatte. Die Strukturmatte umfasst sechseckige Flächenelemente mit jeweils drei oder sechs rechteckigen Verbindungsstegen zu benachbarten Flächenelementen.

[0005] Die US 2011/0283873 A1 beschreibt Gitterstabwerke und weitere verschiedene Stützkern zur Anordnung zwischen einer oberen und einer unteren Deckschicht.

[0006] Die WO 2005/113230 beschreibt verschiedene Stützkern für Sandwichstrukturen, wie z. B. geschlossene sinusförmige gewellte Strukturen, Honigwaben, eine Strukturmatte mit kuppelartigen Erhebungen und wannenartigen Vertiefungen, wobei benachbarte kuppelartige Erhebungen jeweils über Sattelflächen miteinander verbunden sind und die wannenartigen Vertiefungen auch über Sattelflächen miteinander verbunden sind.

[0007] Die US 9,126,387 A offenbart einen Kern für eine Sandwichstruktur, der auf einer Vielzahl von aneinandergereihten Vierkantpyramidenstümpfen basiert.

[0008] Die US 5,543,204 zeigt eine Sandwichplatte mit einem Kern, der zwei Sätze gewellter Streifen aufweist, welche in regelmäßigen Intervallen planare Hoch- und Tiefpunkte aufweisen. Die Streifen des ersten Satzes sind parallel zueinander und voneinander beabstandet angeordnet, wobei deren Hoch- und Tiefpunkte zueinander gleichphasig sind, so dass parallele Reihen von Tiefpunkten senkrecht zu den Streifen gebildet werden. Die Streifen des zweiten Satzes sind parallel zueinander angeordnet, wobei deren Hoch- und Tiefpunkte zueinander gleichphasig sind. Die Streifen des zweiten Satzes sind senkrecht zu den Streifen des ersten Satzes angeordnet, durch deren Tiefpunkte sie verlaufen.

[0009] Die aus dem Stand der Technik bekannten Stützkern sind meist für die Herstellung von ebenen, plattenförmigen Sandwichstrukturbauteilen einsetzbar. Einige von den aus dem Stand der Technik bekannten Kernen lassen sich für die Herstellung von schalenförmigen Sandwichbauteilen um eine Raumachse und sehr eingeschränkt um eine zweite Raumachse krümmen.

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Strukturmatte anzugeben, welche sich gleichzeitig um zwei Raumachsen krümmen lässt. Die Aufgabe wird mit der Strukturmatte mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen werden in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren beschrieben. Die Strukturmatte kann beispielsweise Teil eines Strukturmattenverbunds sein, der in den abhängigen Ansprüchen 9 und 10 angegeben ist, oder einer Sandwichstruktur, die in dem abhängigen Anspruch 11 angegeben ist.

[0011] Unter einer Strukturmatte wird ein Körper verstanden, der hinsichtlich seiner flächenmäßigen Ausdehnung (Länge und Breite) größer, insbesondere deutlich größer ist als seine Dicke.

[0012] Die hierin genannten Knotenflächen und Verbindungsflächen werden als dreidimensionale Körper mit einer zweidimensionalen flächenmäßigen Ausdehnung und einer bestimmten Dicke als dritte Dimension verstanden. Sie können daher auch als Knotenwände und Verbindungswände bezeichnet werden.

[0013] Der Begriff "dünnwandig" ist dahingehend zu verstehen, dass die Fläche, auf die sich "dünnwandig" bezieht, eine wesentlich höhere flächenmäßige Ausdehnung in Länge und Breite aufweist als die Dicke. Mit anderen Worten bedeutet das, dass die Dicke deutlich geringer ist als die Länge und Breite der flächenmäßigen Ausdehnung.

[0014] Die hierin angegebenen Winkelbereiche oder -intervalle schließen die oberen und unteren Grenzen mit ein.

[0015] Die Strukturmatte umfasst obere dünnwandige Knotenflächen an der Oberseite der Strukturmatte und untere dünnwandige Knotenflächen an der Unterseite der Strukturmatte. Die von der Strukturmatte weg weisenden Oberflächen der oberen Knotenflächen bilden die Oberseite der Strukturmatte und die von der Strukturmatte weg weisenden Oberflächen der unteren Knotenflächen bilden die Unterseite der Strukturmatte. Die oberen Knotenflächen sind in Bezug auf die unteren Knotenflächen in Dickenrichtung der Strukturmatte beabstandet. Die Dicke der Strukturmatte ist somit größer als die Dicke der dünnwandigen oberen und unteren Knotenflächen.

[0016] Wenn die Strukturmatte eben angeordnet ist, befinden sich die oberen Knotenflächen parallel zu und in einer Oberebene der Strukturmatte und die unteren Knotenflächen parallel zu und in einer Unterebene der Strukturmatte. Die Oberebene der Strukturmatte und die Unterebene der Strukturmatte sind in diesem Fall vorzugsweise parallel.

[0017] Wenn die Strukturmatte um eine, zwei oder allgemein mehrere Raumachsen gekrümmt ist oder angeordnet ist, können die oberen Knotenflächen tangential zu einer oberen Einhüllenden und die unteren Knotenflächen tangential zu einer unteren Einhüllenden angeordnet sein.

[0018] Jede der oberen Knotenflächen kann von drei Seitenkanten eingefasst sein und jede der unteren Knotenflächen kann von drei Seitenkanten eingefasst sein. Jeder der Knotenflächen sind somit drei Seitenkanten zugeordnet. Beispielsweise kann die Winkelsumme der Innenwinkel zwischen den drei Seitenkanten einer jeden der Knotenflächen 180° betragen. Beispielsweise können die drei Seitenkanten einer jeden Knotenfläche diese jeweils zu einem Dreieck, vorzugsweise zu einem gleichseitigen oder im Wesentlichen gleichseitigen Dreieck begrenzen oder einfassen. Dies gilt selbstverständlich für die oberen Knotenflächen und/oder für die unteren Knotenflächen. Der Innenwinkel zwischen den Seitenkanten eines gleichseitigen Dreiecks beträgt jeweils 60° .

[0019] Jede der oberen Knotenflächen kann über drei dünnwandige Verbindungsflächen mit drei unteren Knotenflächen verbunden sein. Jede der unteren Knotenflächen kann mit drei dünnwandigen Verbindungsflächen mit drei oberen Knotenflächen verbunden sein. Beispielsweise können die drei dünnwandigen Verbindungsflächen und drei untere Knotenflächen gleichmäßig um die obere Knotenfläche herum angeordnet sein, insbesondere mit einer Teilung von 60° oder in etwa 60° . Beispielsweise können drei dünnwandige Verbindungsflächen und drei obere Knotenflächen gleichmäßig verteilt um die untere Knotenfläche herum angeordnet sein, insbesondere mit einer Teilung von 60° oder in etwa 60° .

[0020] Das Verhältnis der Länge der Seitenkante zu der Dicke der oberen und/oder unteren Knotenfläche und/oder der Verbindungsfläche kann beispielsweise mindestens 10:1, insbesondere mindestens 15:1 oder mindestens 20:1 betragen. Die oberen Knotenflächen, die unteren Knotenflächen und die Verbindungsflächen weisen bevorzugt die gleiche Dicke auf.

[0021] Beispielsweise kann jede der Verbindungsflächen an einer der Seitenkanten der oberen Knotenfläche mit der oberen Knotenfläche verbunden sein und an einer der Seitenkanten der unteren Knotenfläche mit der unteren Knotenfläche verbunden sein. Insbesondere kann die Verbindungsfläche an der Seitenkante in die obere Knotenfläche übergehen oder an der Seitenkante in die untere Knotenfläche übergehen. Die Seitenkante bildet insbesondere den Übergang zwischen der Knotenfläche und der Verbindungsfläche.

[0022] Beispielsweise kann jede der Verbindungsflächen in Bezug auf die obere Knotenfläche und die untere Knotenfläche, welche von dieser Verbindungsfläche verbunden werden, abge-

winkelt angeordnet sein. Die Abwinklung kann größer als 0° , insbesondere größer als 10° , und kleiner oder gleich 90° sein. D.h. der Winkel zwischen der Knotenfläche und der Verbindungsfläche kann größer oder gleich 90° und kleiner als 180° , vorzugsweise kleiner als 170° betragen.

[0023] Unter einer Seitenkante wird nicht notwendigerweise eine scharfkantige Kante verstanden, sondern insbesondere auch abgerundete Kanten, wie sie sich beispielsweise bei einer Biegekante ergeben. Die Seitenkanten sind in der Ebene ihrer Knotenfläche vorzugsweise gerade, wobei um diese Gerade die Abwinklung zwischen der Knotenfläche und der Verbindungsfläche gebildet ist.

[0024] Beispielsweise kann jede der Verbindungsflächen von zwei Abschlusskanten, die von der ihr zugeordneten oberen Knotenfläche zu der unteren ihr zugeordneten Knotenfläche verlaufen, begrenzt sein. Das bedeutet, dass die Abschlusskanten eine Strukturgrenze, wie sie beispielsweise durch eine Schnittkante gebildet wird, bilden. Das bewirkt, dass die Abschlusskanten bzw. die Verbindungsflächen an ihren Abschlusskanten unverbunden sind zu den anderen der Verbindungsflächen und/oder den unteren und oberen Knotenflächen, die der jeweiligen Verbindungsfläche nicht zugeordnet sind. Dies erlaubt der Strukturmatte eine noch bessere Verformbarkeit insbesondere um eine oder zwei quer zueinander angeordneten Raumachsen.

[0025] Beispielsweise kann für jede der Verbindungsflächen gelten, dass die über eine der genannten Verbindungsflächen verbundenen Seitenkanten der oberen und unteren Knotenfläche im Wesentlichen parallel zueinander sind.

[0026] Beispielsweise hat jede obere Knotenfläche sechs benachbarte obere Knotenflächen, wobei jede der drei unteren Knotenflächen über zwei dünnwandige Verbindungsflächen mit jeweils zwei der sechs oberen benachbarten Knotenflächen verbunden ist, wobei jeweils eine Seitenkante mit jeweils einer Seitenkante von zwei der sechs benachbarten oberen Knotenflächen auf einer ersten Achse liegt, jeweils eine Seitenkante mit jeweils einer Seitenkante von zwei der sechs benachbarten oberen Knotenflächen auf einer zweiten Achse liegt und jeweils eine Seitenkante mit jeweils einer Seitenkante von zwei der sechs benachbarten oberen Knotenflächen auf einer dritten Achse liegt. Diese Achsen sind zueinander in einem Winkel von 60° oder im Wesentlichen 60° angeordnet. Gleiches kann sinngemäß für die unteren Knotenflächen gelten, nämlich dass jede untere Knotenfläche sechs benachbarte untere Knotenflächen hat, wobei jede der drei oberen Knotenflächen über dünnwandige oder zwei dünnwandige Verbindungsflächen mit jeweils zwei der sechs unteren benachbarten Knotenflächen verbunden ist, wobei jeweils eine Seitenkante der unteren Knotenfläche mit jeweils einer Seitenkante von zwei der sechs benachbarten unteren Knotenflächen auf einer vierten Achse liegt, jeweils eine Seitenkante der unteren Knotenfläche mit jeweils einer Seitenkante von zwei der sechs unteren Knotenflächen auf einer fünften Achse liegt und jeweils eine Seitenkante der unteren Knotenfläche mit jeweils einer Seitenkante von zwei der sechs unteren Knotenflächen auf einer sechsten Achse liegt. Diese Achsen können zueinander in einem Winkel von 60° oder im Wesentlichen 60° angeordnet sein.

[0027] Die erste und vierte Achse können parallel zueinander sein, die zweite und fünfte Achse können parallel zueinander sein und die dritte und sechste Achse können parallel zueinander sein.

[0028] Die Strukturmatte kann eine Vielzahl von Ausnehmungen, die insbesondere als Durchbrüche gestaltet sein können, aufweisen, wobei über den Umfang jeder Ausnehmung drei obere Knotenflächen und drei untere Knotenflächen in abwechselnder Reihenfolge verteilt angeordnet sind, insbesondere mit einer Teilung von 60° . Durch jede Ausnehmung verläuft eine erste, zweite, dritte, vierte, fünfte und sechste Achse. In dem Sonderfall, dass die Verbindungsflächen in Bezug auf die oberen und unteren Knotenflächen um 90° abgewinkelt sind, ist die Ausnehmung eine sich in Dickenrichtung der Strukturmatte erstreckende Linie. An dieser Linie können sechs Verbindungsflächen oder jeweils eine Abschlusskante davon aufeinandertreffen oder aneinander anliegen. Allerdings sind diese sechs Abschlusskanten an der Linienausnehmung unverbunden.

[0029] Die oberen Knotenflächen und die unteren Knotenflächen können Dreiecke, insbesondere gleichseitige Dreiecke sein, wobei die Verbindungsflächen Vierecke sein können. Für die die oberen Knotenflächen und unteren Knotenflächen verbindenden Verbindungsflächen gilt, dass zwei der vier Ecken mit zwei Ecken der oberen Knotenfläche und die anderen zwei der vier Ecken mit zwei Ecken der unteren Knotenfläche übereinstimmen.

[0030] Die oberen und/oder unteren Knotenflächen können geschlossene Flächen sein oder zum Teil oder jeweils mindestens eine Ausnehmung, einen Durchbruch, eine Noppe oder eine Vertiefung aufweisen. Dies ist beispielsweise dann vorteilhaft, wenn die Strukturmatte als Kern einer Sandwichstruktur verwendet wird. Bereits die im Wesentlichen geschlossene obere Knotenfläche und/oder untere Knotenfläche erlaubt eine bessere Verklebung einer oberen Deckschicht und einer unteren Deckschicht mit der Strukturmatte. Im Vergleich zu z. B. eines wabenförmigen Kerns, der mit den Deckschichten nur Berührungen entlang von Linien hat und somit für eine Klebung nicht optimal ist, bilden die Knotenflächen verhältnismäßig großflächige Auflagen zum Verkleben mit der oberen und unteren Deckschicht. Die Verklebung kann durch die genannten Ausnehmungen, Noppen, Durchbrüche oder Vertiefungen weiter verbessert werden.

[0031] Alternativ oder zusätzlich können die obere und/oder untere Deckschicht und/oder eine Zwischenschicht, wie sie weiter unten beschrieben wird, perforiert, insbesondere gleichmäßig perforiert sein, bzw. Ausnehmungen, Durchbrüche, Noppen oder Vertiefungen aufweisen. Ein Vorteil hiervon ist, dass der Strukturmatteverbund, insbesondere die Sandwichstruktur hierdurch eine verbesserte Schalldämpfungseigenschaft erhält. Ein weiterer Vorteil hiervon ist, dass das Fügen der Deckschicht oder der Zwischenschicht mit der Strukturmatte verbessert werden kann.

[0032] Mit der erfindungsgemäßen Strukturmatte kann beispielsweise ein Strukturmatteverbund bereitgestellt werden, der eine erste Strukturmatte, die erfindungsgemäß ausgebildet ist, und eine zweite Strukturmatte, die erfindungsgemäß ausgebildet ist, aufweist. Die erste Strukturmatte und die zweite Strukturmatte können in Dickenrichtung der Strukturmatte übereinander angeordnet sein. Beispielsweise können mehrere obere Knotenflächen der ersten Strukturmatte und mehrere obere oder untere Knotenflächen der zweiten Strukturmatte miteinander gefügt sein, insbesondere miteinander verklebt sein. Die aneinander liegenden Knotenflächen können z. B. mit einer Klebeschicht unmittelbar miteinander verbunden sein. Beispielsweise können die miteinander gefügten Knotenflächen der oberen und unteren Strukturmatte kongruent aufeinander liegen und insbesondere gleich groß sein. In alternativen Ausführungen können die miteinander gefügten Knotenflächen unterschiedlich groß sein.

[0033] Alternativ kann zwischen der ersten Strukturmatte und der zweiten Strukturmatte eine Zwischenschicht, wie z. B. eine Membran oder eine Folie oder eine Haut oder eine Platte oder ein Schalenkörper, angeordnet sein, wobei mehrere obere Knotenflächen mit der Zwischenschicht gefügt, insbesondere verklebt, sind und mehrere obere oder untere Knotenflächen der zweiten Strukturmatte ebenfalls mit der Zwischenschicht gefügt, insbesondere verklebt, sind. Hierbei können sich die mit der Zwischenschicht gefügten Knotenflächen der oberen und der unteren Strukturmatte kongruent gegenüberliegen und insbesondere gleich groß sein. Durch die Zwischenschicht können die Knotenflächen der oberen und unteren Strukturmatte unterschiedlich groß und in Bezug zueinander versetzt angeordnet sein.

[0034] In Ausführungen, in denen die Verbindungsflächen in Bezug auf die obere oder untere Knotenflächen mit einem Winkel größer als 90° angeordnet sind, können auf die Strukturmatte, insbesondere die oberen oder unteren Knotenflächen oder über eine obere oder untere Deckschicht auf die Strukturmatte ausgeübte Normalkräfte bewirken, dass die Strukturmatte - elastisch oder plastisch - in ihrer flächenmäßigen Ausdehnung verformt wird. Beispielsweise kann die aus einem eher biegesteifen Werkstoff gebildete Strukturmatte Normalkräfte über die abgewinkelten Verbindungsflächen in die beispielsweise üblicherweise zugfeste Deckschicht und/oder Zwischenschicht verteilen. Wenn beispielsweise keine Zwischenschicht oder Deckschicht vorgesehen ist, kann die Strukturmatte aufgrund der Normalkräfte flächig verformt werden, d.h. sich insbesondere hinsichtlich ihrer Länge und Breite verbreitern, wohingegen sich die

Dicke der Strukturmatte verringert. Wenn eine Deckschicht oder Zwischenschicht, wie zum Beispiel eine Deck- oder Zwischenmembran aus einem elastischen, insbesondere elastomeren Werkstoff oder Material vorgesehen ist, an der die oberen oder unteren Knotenflächen befestigt sind und die die oberen oder unteren Knotenflächen verbindet, kann eine auf die Strukturmatte ausgeübte Normalkraft eine flächenmäßige, insbesondere elastische Verformung der Deck- oder Zwischenschicht bewirken. Hierdurch können die Elastizität und/oder die Schwingung betreffende vorteilhafte Eigenschaften der Strukturmatte bzw. des Verbunds daraus erzielt werden. Beispielsweise kann eine einzige Strukturmatte mit einer solchen elastischen Deckschicht vorgesehen sein oder ein Verbund aus zwei oder mindestens zwei aufeinander gelegten Strukturmatte zwischen denen eine solche elastische Zwischenschicht angeordnet ist, vorgesehen sein. Optional kann zusätzlich zu einer solchen elastischen Zwischenschicht eine obere und/oder untere Deckschicht vorgesehen sein, die beispielsweise, aber nicht zwingend aus einem elastomeren oder elastischen Material gebildet sein kann. Beispielsweise kann eine oder können die Deckschichten aus einem Material mit einem wesentlich höheren E-Modul als die Zwischenschicht gebildet sein.

[0035] Optional kann die beispielsweise elastische Deck- oder Zwischenschicht einen elektromechanischen Wandler, beispielsweise einen Dehnungssensor oder ein elektromechanisches Wandlermaterial, insbesondere ein elektroaktives Polymer (EAP) umfassen. Dadurch kann die Verformung bzw. Dehnung der Deck- oder Zwischenschicht erfasst werden. Über die Dehnung lassen sich vorteilhaft die Normalkräfte ermitteln, die auf die Strukturmatte bzw. den Strukturmatteverbund einwirken. In Weiterbildungen können mehrere Dehnungssensoren über die Deck- oder Zwischenschicht verteilt, insbesondere matrixförmig verteilt angeordnet sein. Hierdurch können orts aufgelöst Berührungen, d.h. die Stelle oder die Stellen ermittelt werden, an denen eine Normalkraft auf die Strukturmatte oder den Strukturmatteverbund einwirkt.

[0036] Beispielsweise kann die Zwischenschicht elastisch sein, d.h. ein deutlich niedrigeres E-Modul als das Bahnmateriale aufweisen. Die Dehnung der Zwischenschicht kann mittels mindestens eines Sensors, beispielsweise eines Dehnungssensors, der auf die elastische Zwischenschicht aufgeklebt oder in der elastischen Zwischenschicht enthalten ist, oder mittels eines elektromagnetischen Wandlermaterials, beispielsweise eines elektroaktiven Polymers (EAP), das an oder in der Zwischenschicht befestigt oder enthalten oder aus dem die Zwischenschicht gebildet ist, ermittelt oder gemessen werden.

[0037] Die Strukturmatte kann aus einem Metallwerkstoff, einem Kunststoff, Papier oder Pappe, oder einem Verbundwerkstoff gebildet sein oder bestehen oder zumindest ein solches Material umfassen. Unter einem Metallwerkstoff werden sowohl Reinelemente als auch Metalllegierungen verstanden. Beispielsweise kann der Metallwerkstoff sein oder basieren auf: Aluminium, Magnesium, Eisen, Stahl, Titan, Nickel, Chrom, usw. Unter einem Verbundwerkstoff können beispielsweise eine Werkstoffkombination aus Metall und Kunststoff, beispielsweise Metallpolymerhybridwerkstoff oder Stahlpolymerhybridwerkstoff, der auch unter der Bezeichnung LITECOR bekannt ist, verstanden werden, wobei hierunter eine Sandwichstruktur mit einem Polymerkern (z. B. 0,1 bis 1,0 mm Dicke), der von zwei Stahldeckblechen (z. B. je 0,2 bis 0,3 mm Dicke) ummantelt ist, verstanden wird. Allgemein und im Hinblick auf das unten genannte Herstellungsverfahren sind für die Strukturmatte solche Werkstoffe geeignet, die hinreichend biegesteif, aber plastisch verformbar sind, sofern die Strukturmatte durch Umformen und nicht durch Urformen hergestellt werden soll. Allgemein kommen für die Strukturmatte die für die Deck- und Zwischenschichten vorgesehenen Materialien in Frage.

[0038] Je nach gewünschter Anwendung können für die Strukturmatte und die Deck- und Zwischenschichten oder -lagen bestimmte Materialkombinationen vorgesehen sein. Diese Kombination kann bestimmen, ob ein Strukturverbund schockabsorbierend (energieabbauend oder energiedissipierend), oder schub-druckfest und biegesteif oder eine elastische Flächenfeder ist. Beispielsweise aber nicht erschöpfend werden folgende Kombinationen angegeben:

- Das Material der Strukturmatte weist einen hohen Elastizitätsmodul (E-Modul) und das Material der Deck- und/oder Zwischenschicht oder -lage weist einen niedrigen bzw. niedrigeren E-Modul auf. Hierdurch ergibt sich ein elastisch federndes Verhalten, wodurch der

- Strukturverbund sich beispielsweise als Matratzeneinlage oder als Flächensensor eignet.
- Das Material der Strukturmatte weist einen hohen E-Modul und das Material der Deck- und/oder Zwischenschicht oder -lage weist einen hohen oder den gleichen E-Modul auf. Hierdurch lässt sich der Strukturverbund besonders vorteilhaft als formstabile Sandwichplatte oder Sandwichschalenstruktur einsetzen.
 - Das Material der Strukturmatte weist einen hohen E-Modul auf, während die Deck- und/oder Zwischenschicht oder -lage plastisch leicht verformbar ist. Hierdurch eignet sich der Strukturverbund als Schockabsorber, da die auf den Strukturverbund einwirkende Energie über die plastische Verformungsarbeit absorbiert oder dissipiert wird.

[0039] Die Erfindung betrifft auch eine Sandwichstruktur, welche eine obere Deckschicht, eine untere Deckschicht und wenigstens eine erfindungsgemäße Strukturmatte oder einen erfindungsgemäßen Strukturmatteverbund aufweist. Die Strukturmatte oder der Strukturmatteverbund ist zwischen der oberen Deckschicht und der unteren Deckschicht eingefasst, wobei die obere Deckschicht und die untere Deckschicht mit der Strukturmatte oder dem Strukturmatteverbund gefügt sind, insbesondere verklebt sind.

[0040] Die obere Deckschicht, die Zwischenschicht und/oder die untere Deckschicht können beispielsweise aus Metall, einer Metalllegierung, Kunststoff, wie z. B. faserverstärktem, insbesondere aramid-, kohlefaser- und/oder glasfaserverstärktem Kunststoff oder naturfaserverstärktem Kunststoff, Holz, Papier, textilem Flächengebilde (beispielsweise Erosionsschutzmatte), Keramikfolie oder Keramikpapier (beispielsweise zum Einsatz in einem temperaturbeständigen Katalysator) oder einem anderen für diese Zwecke bekannten Material sein.

[0041] Es ist ferner eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung für die Herstellung einer Strukturmatte, insbesondere der hierin beschriebenen Strukturmatte, anzugeben. Die Aufgabe wird mit dem Verfahren nach Anspruch 12 und der Vorrichtung nach Anspruch 20 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen werden in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren beschrieben.

[0042] Das Verfahren zur Herstellung einer Strukturmatte, insbesondere einer hierin genannten Strukturmatte geht zunächst davon aus, dass ein dünnwandiges, insbesondere durchgehend oder homogen dünnwandiges Flachmaterial, insbesondere ein bahnförmiges Flachmaterial oder Materialbahn bereitgestellt wird. Die Materialbahn weist eine Vielzahl von Löchern auf, die ein gleichmäßiges Lochmuster bilden. Die Materialbahn kann beispielsweise bereits mit dem Lochmuster beispielsweise auf Rollen aufgewickelt bereitgestellt werden, oder das Lochmuster kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens vor den Bearbeitungen, wie sie nachfolgend genannt werden, in das bahnförmige Flachmaterial eingebracht werden, wie z. B. durch Ausstanzen oder allgemein ein Trennverfahren. Das Lochmuster ist vorzugsweise ein hexagonales Lochmuster, d. h., dass um jedes Loch sechs weitere Löcher des Lochmusters angeordnet sein können, insbesondere mit einer gleichen Teilung und einem gleichen Abstand. Das Lochmuster kann im Grunde dadurch definiert werden, dass die Flächenschwerpunkte von drei benachbarten Löchern ein gleichseitiges Dreieck bilden. Beispielsweise kann der Quotient s/r aus Seitenlänge s des gleichschenkligen Dreiecks und Lochradius r (Radius des kreisrunden Lochs oder Abstand r Ecke zu Flächenschwerpunkt des sechseckigen Lochs) größer oder gleich 2,2 sein. Alternativ oder zusätzlich kann der Quotient s/t aus Seitenlänge s des gleichschenkligen Dreiecks und Dicke t des Bahnmaterials beispielsweise größer oder gleich 10 sein. Die Löcher des Lochmusters können z. B. eine kreisrunde Form oder eine sechseckige oder hexagonale, insbesondere gleichschenklige sechseckige Form aufweisen.

[0043] Das Flachmaterial oder die Materialbahn wird durch eine erste Umformstation gefördert, wobei die erste Umformstation das Flachmaterial an einer Vielzahl von zu einer ersten Biegeachse parallelen ersten und vierten Biegelinien umbiegt, insbesondere faltet. Dies kann entlang der Transportrichtung der Materialbahn abwechselnd um eine erste Biegelinie und vierte Biegelinie erfolgen, so dass sich eine Zickzackfaltung ergibt. Die zweite Umformstation kann das in der ersten Umformstation umgeformte Flachmaterial oder die Materialbahn an einer Vielzahl von zu einer zweiten Biegeachse parallelen zweiten und fünften Biegelinien umbiegen,

insbesondere falten. Insbesondere kann die Materialbahn in Transportrichtung abwechselnd um eine zweite und fünfte Biegelinie umgebogen werden, so dass sich eine Zickzackfaltung ergibt.

[0044] Das in der zweiten Umformstation umgeformte Flachmaterial wird an einer Vielzahl von zu einer dritten Biegeachse parallelen dritten Biegelinien und sechsten Biegelinien umgebogen, insbesondere gefaltet. Dies kann insbesondere entlang der Transportrichtung der Materialbahn entlang einer dritten Biegelinie und sechsten Biegelinie abwechselnd erfolgen, so dass eine Zickzackfaltung erzeugt wird. Die erste Biegeachse, die zweite Biegeachse und die dritte Biegeachse sind zueinander winkelfersetzt, insbesondere um 60° zueinander winkelfersetzt angeordnet. Durch jedes Loch des Lochmusters verläuft eine erste, zweite, dritte, vierte, fünfte und sechste Biegelinie. Dadurch ergibt sich die erfindungsgemäße Strukturmatte, wie z. B. die Strukturmatte nach Anspruch 1. Die sich durch das Umformen um die Biegelinien ergebenden Kanten entsprechen den Seitenkanten der oberen und unteren Knotenflächen. Somit kann es sich bei den Seitenkanten der Knotenflächen um Biege- oder Faltkanten handeln. Allgemein bevorzugt ist das Umformen um die Biegelinien ein plastisches Umformen. Beispielsweise kann das Umbiegen oder Falten um die Biegelinien mit einem Winkel von größer 0° bis einschließlich 90° erfolgen.

[0045] In bevorzugten Ausführungen ist das Lochmuster dergestalt, dass der Flächenschwerpunkt eines jeden Lochs des Lochmusters und die Flächenschwerpunkte von zwei diesem Loch benachbarten Löchern des Lochmusters die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden. Mit anderen Worten können die jeweiligen Flächenschwerpunkte von drei benachbarten Löchern des Lochmusters die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden. Dadurch ergibt sich die hexagonale Anordnung der Löcher des Lochmusters.

[0046] In beispielhaften Ausführungen können die Löcher des Lochmusters eine kreisrunde Form aufweisen, wobei die erste und vierte Biegelinie um einen Abstand, der dem Betrag des Radius der kreisrunden Form entspricht, voneinander beabstandet sind. Beispielsweise können die erste und vierte Biegelinie jeweils um den halben Radius vom Mittelpunkt der kreisrunden Form beabstandet sein. Alternativ oder zusätzlich können die zweite und fünfte Biegelinie um einen Abstand, der dem Betrag des Radius der kreisrunden Form entspricht, voneinander beabstandet sein. Beispielsweise können die zweite Biegelinie und die fünfte Biegelinie jeweils um den halben Radius vom Mittelpunkt der kreisrunden Form beabstandet sein. Alternativ oder zusätzlich können die dritte und sechste Biegelinie um einen Abstand, der dem Betrag des Radius der kreisrunden Form entspricht, voneinander beabstandet sein. Beispielsweise können die dritte Biegelinie und die sechste Biegelinie jeweils um den halben Radius vom Mittelpunkt der kreisrunden Form beabstandet sein.

[0047] In beispielhaften Ausführungen, in denen die Löcher des Lochmusters eine sechseckige Form, insbesondere eine gleichschenkelig sechseckige Form aufweisen, kann die erste Biegelinie durch zwei Ecken des Sechsecks und die vierte Biegelinie durch zwei andere Ecken des Sechsecks verlaufen. Alternativ oder zusätzlich kann die zweite Biegelinie durch zwei Ecken des Sechsecks und die fünfte Biegelinie durch zwei andere Ecken des Sechsecks verlaufen. Alternativ oder zusätzlich kann die dritte Biegelinie durch zwei Ecken des Sechsecks und die sechste Biegelinie durch zwei andere Ecken des Sechsecks verlaufen. Dadurch ergeben sich die zwei Abschlusskanten einer jeden Verbindungsfläche, die von den oberen Knotenflächen zu den unteren Knotenflächen verlaufen und die Verbindungsflächen seitlich begrenzen, insbesondere als Strukturgrenze. Zudem lassen sich definierte Biegungen durch die Ecken des Sechsecks vornehmen.

[0048] Beispielsweise kann zur Verbesserung der Umformbarkeit des Bahnmaterials um die Biegelinien jedes Sechseck Ausnehmungen an den Ecken des Sechsecks aufweisen. Gleiches gilt für ein kreisförmiges Loch, wobei sechs Ausnehmungen gleichmäßig über den Umfang des Lochs verteilt vorgesehen sein können.

[0049] Die Biegekante oder Biegelinie bzw. das Bahnmaterial im Bereich der Biegelinien kann optional mittels einer Perforierung, einer Prägelinie oder einer filmscharnierartigen Verringerung der Dicke, die entlang bzw. auf den vorgesehenen Biegelinien angeordnet ist, geschwächt

werden, um die Umformung bzw. Biegung um die Biegelinie zu erleichtern. Dementsprechend können mehrere oder alle Biegelinien derart geschwächt werden.

[0050] Allgemein bevorzugt wird das Flachmaterial an der vierten Biegelinie entgegengesetzt umgebogen als an der ersten Biegelinie. Alternativ oder zusätzlich kann das Flachmaterial an der fünften Biegelinie entgegengesetzt umgebogen werden als an der zweiten Biegelinie. Alternativ oder zusätzlich kann das Flachmaterial an der sechsten Biegelinie entgegengesetzt umgebogen werden als an der dritten Biegelinie. Durch diese entgegengesetzten Biegungen ergibt sich die Zickzackfaltung.

[0051] Bevorzugt kann das Lochmuster des in die erste Umformstation einlaufenden Abschnitts der Materialbahn eine Lochreihe aufweisen, die senkrecht zu der Transportrichtung des einlaufenden Abschnitts angeordnet ist und/oder parallel zu einer der Biegeachsen ist, wie z. B. der ersten oder zweiten Biegeachse. Aufgrund dieser Anordnung kann erreicht werden, dass die Werkzeuge der Umformstationen weniger komplex ausgebildet werden brauchen.

[0052] Vorzugsweise kann die Materialbahn in der ersten Umformstation, der zweiten Umformstation und/oder der dritten Umformstation über ihre gesamte Breite, insbesondere parallel zu einer Lochreihe gleichzeitig umgeformt werden, insbesondere um die entsprechenden Biegeachsen oder Biegelinien. Durch das gleichzeitige Umformen über die gesamte Breite der Materialbahn lässt sich vorteilhaft ein ungleichmäßiges Falten oder ein Verknittern der Materialbahn beim Umformen vermeiden. Besonders vorteilhaft kann die volle Biegung um die Biegelinie in einem Schritt durchgeführt werden. Bei im Stand der Technik bekannten Faltkernherstellungsverfahren erfolgt die Biegung wegen den mehrachsigen Verkürzungen beim Biegen in mehreren kleinen Schritten.

[0053] Die Vorrichtung zur Herstellung einer Strukturmatte, insbesondere der hierin beschriebenen Strukturmatte, wie z. B. der Strukturmatte nach Anspruch 1 eignet sich zur Durchführung des hierin beschriebenen Verfahrens zur Herstellung einer Strukturmatte. Die Vorrichtung ist ausgestaltet zur Herstellung einer Strukturmatte durch Umformen einer Materialbahn mittels mehrerer Umformstationen. Die Vorrichtung umfasst eine erste Umformstation, eine zweite Umformstation und eine dritte Umformstation, die so angeordnet und ausgebildet sind, dass sie von der Materialbahn der Reihe nach durchlaufen werden oder werden können. Beispielsweise kann eine Transportbahn vorgesehen sein, welche ausgebildet ist, die Materialbahn der ersten Umformstation zuzuführen und/oder von der ersten Umformstation zur zweiten Umformstation zu führen und/oder von der zweiten Umformstation zur dritten Umformstation zu führen.

[0054] Die erste Umformstation kann mindestens ein Umformwerkzeug aufweisen, das angepasst ist, die durch die erste Umformstation durchlaufende Materialbahn parallel zu einer ersten Biegeachse in Bahnaufrichtung abwechselnd um eine erste Biegelinie und eine vierte Biegelinie zum Erhalt einer ersten Zickzackfaltung plastisch abzuwinkeln oder zu falten.

[0055] Die zweite Umformstation kann mindestens ein Umformwerkzeug aufweisen, das angepasst ist, die durch die zweite Umformstation durchlaufende Materialbahn parallel zu einer zweiten Biegeachse, die schräg, insbesondere mit einem Winkel von im Wesentlichen 60° zu der ersten Biegeachse angeordnet ist, in Bahnaufrichtung abwechselnd um eine zweite Biegelinie und eine fünfte Biegelinie zum Erhalt einer zweiten Zickzackfaltung plastisch abzuwinkeln, insbesondere zu falten.

[0056] Die dritte Umformstation kann mindestens ein Umformwerkzeug aufweisen, das angepasst ist, die durch die dritte Umformstation durchlaufende Materialbahn parallel zu einer dritten Biegeachse, die jeweils schräg, insbesondere mit einem Winkel von im Wesentlichen 60° , zu der ersten und zweiten Biegeachse angeordnet ist, in Bahnaufrichtung abwechselnd um eine dritte Biegelinie und eine sechste Biegelinie zum Erhalt einer dritten Zickzackfaltung plastisch abzuwinkeln, insbesondere zu falten.

[0057] Beispielsweise kann das mindestens ein Umformwerkzeug der ersten und/oder zweiten und/oder dritten Umformstation ein Paar von hinsichtlich ihrer Drehachsen parallel angeordneten, insbesondere ineinandergreifenden Zahnwalzen umfassen. Zwischen den ineinandergrei-

fenden Zahnwalzen wird die Materialbahn durchgeführt, wodurch die Zähne der ineinandergreifenden Zahnwalzen auf die Materialbahn einwirken können. Mit den Zähnen der ineinandergreifenden Zahnwalzen kann die entsprechende Zickzackfaltung um die Biegelinien erzeugbar sein. Um zu vermeiden, dass die einlaufende Bahn von den ineinandergreifenden Zahnwalzen, deren Drehachsen schräg zur Bahnaufrichtung angeordnet sind, parallel verschoben werden, können die ineinandergreifenden Walzen die Zähne der Zahnwalzen bildende Zahnstangen aufweisen, die Teile von parallel zu den Drehachsen in Nuten verschiebbare Stangen, Leisten oder allgemein Körper sind und die während des Kontakts zur Materialbahn eine Ausgleichsbewegung entlang der Walzendrehachse und relativ zu dem Walzengrundkörper ausführen.

[0058] In einer beispielhaften Ausführungsform, bei der die Werkzeuge weniger komplex gebaut werden können, kann der Winkel zwischen der Normalen einer der Drehachsen der Zahnwalzen der ersten Umformstation und der Transportrichtung des in die erste Umformstation einlaufenden Abschnitts der Materialbahn, insbesondere in der Projektion auf die Materialbahn 60° oder in etwa 60° betragen.

[0059] Der Winkel zwischen der Normalen einer der Drehachsen der Zahnwalzen der zweiten Umformstation und der Transportrichtung des in die zweite Umformstation einlaufenden Abschnitts der Materialbahn kann insbesondere in der Projektion auf die Materialbahn zwischen 15° und 35° betragen.

[0060] Der Winkel zwischen der Normalen einer der Drehachsen der Zahnwalzen der dritten Umformstation und der Transportrichtung des in die dritte Umformstation einlaufenden Abschnitts der Materialbahn kann insbesondere in der Projektion auf die Materialbahn zwischen 26° und 43° betragen.

[0061] Allgemein kann die Winkelstellung der Drehachsen der Werkzeuge zur einlaufenden Materialbahn der zweiten und dritten Umformstation mit dem gewünschten Biegewinkel um den die Materialbahn um die Biegelinien gebogen wird, variieren. Daher variieren auch die Winkel, mit denen die Materialbahn aus der ersten und zweiten Umformstation ausläuft.

[0062] Beispielsweise kann der Winkel zwischen der Normalen einer der Drehachsen der Zahnwalzen der ersten Umformstation und der Transportrichtung des aus der ersten Umformstation auslaufenden Abschnitts der Materialbahn, insbesondere in einer Projektion auf die Materialbahn, zwischen 63° und 80° betragen.

[0063] Der Winkel zwischen der Normalen einer der Drehachsen der Zahnwalzen der zweiten Umformstation und der Transportrichtung des aus der zweiten Umformstation auslaufenden Abschnitts der Materialbahn kann, insbesondere in der Projektion auf die Materialbahn, zwischen 25° und 45° betragen.

[0064] Der Winkel zwischen der Normalen einer der Drehachsen der Zahnwalzen der dritten Umformstation und der Transportrichtung des aus der dritten Umformstation auslaufenden Abschnitts der Materialbahn kann, insbesondere in der Projektion auf die Materialbahn, 60° oder in etwa 60° betragen.

[0065] Allgemein kann die Transportrichtung des Abschnitts der Materialbahn, der in die erste Umformstation einläuft, parallel versetzt zu der Transportrichtung des Abschnitts der Materialbahn sein, der aus der dritten Umformstation ausläuft.

[0066] Beispielsweise kann das mindestens eine Umformwerkzeug der ersten und/oder zweiten und/oder dritten Umformstation eine Matrize und einen in Bezug auf die Matrize an- und abstellbaren Stempel umfassen, zwischen denen die Materialbahn durchgeführt wird oder durchführbar ist. Die Matrize und der Stempel weisen jeweils eine Umformstruktur auf, wobei die Umformstrukturen der Matrize und des Stempels ineinandergreifen, wenn der Stempel in Bezug auf die Matrize angestellt ist, d. h. zur Matrize hin bewegt ist, und die Umformstrukturen der Matrize und des Stempels nicht ineinandergreifen, wenn der Stempel in Bezug auf die Matrize abgestellt ist, d. h. von der Matrize entfernt ist, um den Transport der Materialbahn relativ zu dem Stempel und der Matrize zu erlauben. Die entsprechende Zickzackfaltung um die Biegelinien

nien kann durch das Anstellen des Stempels in Bezug auf die Matrize erzeugt werden. Beispielsweise kann das Umformwerkzeug der ersten Umformstation die Matrize und den in Bezug auf die Matrize an- und abstellbaren Stempel umfassen, wobei die Umformwerkzeuge der zweiten und dritten Umformstation wie hierin beschrieben ineinandergreifende Zahnwalzen umfassen können. Auch andere Kombinationen von Stempel, Matrize und Zahnwalzen sind möglich. Beispielsweise kann das Umformwerkzeug eine Rotationsbiegevorrichtung sein, deren Aufbau und Funktion dem Fachmann bekannt ist.

ANWENDUNGSBEISPIELE

[0067] Neben der hierin beschriebenen Eignung der Strukturmatte als Kern für einen Schichtverbundwerkstoff, insbesondere eine Sandwichstruktur, eignet sich die Strukturmatte auch noch für eine Vielzahl weiterer Anwendungen.

[0068] Die Einsatzbereiche der Strukturmatte liegen im Bereich der Automobilindustrie, der Schienenverkehrstechnik, im Bauwesen, im Möbelbau und in der Luftfahrt. Als weitere Einsatzbereiche sind der Schiffsbau, der Behälter- und Anlagenbau, die chemische Industrie, der Container- und Transportbehälterbau, die Energieerzeugung und die elektrochemische Energiespeicherung und Katalysatoren zu nennen. Weiter liegen Anwendungsbereiche im Werkzeugbau, der Inneneinrichtung, der Robotik, der Optik und Beleuchtung und der Anwendung in der Medizintechnik.

[0069] Anwendungen können sein: der Einsatz als Abstandsmaterial für die Montage von Photovoltaikpaneelen auf Dächern, als Ausgleichslage für den Innenausbau, (das einstellbare Dickenprofil der Strukturmatte kann Boden- oder Wandunebenheiten ausgleichen), als gekrümmte Leichtbau-Paneele mit kontinuierlichen Dickenprofil in der Luft- und Raumfahrt.

[0070] Weitere Anwendungen nutzen beispielsweise:

- (a) die großen inneren Oberflächen und durchgängigen Hohlräume
- (b) die Fähigkeit, auf Druckbelastungen elastisch nachgiebig und kräfteverteilend zu reagieren.

[0071] Anwendungen, insbesondere im Zusammenhang mit (a):

[0072] In einer Anwendung im Zusammenhang mit einem Wärmetauscher kann dieser den erfindungsgemäßen Strukturverbund aufweisen, wobei die Zwischenschicht oder -lage ein Metallblech, insbesondere aus Kupfer, Aluminium oder einer Aluminium- oder Kupferlegierung, und die erste und zweite Strukturmatte, zwischen denen die Zwischenschicht angeordnet ist, aus Metall, insbesondere aus Kupfer, Aluminium oder einer Aluminium- oder Kupferlegierung, sein kann. Die Zwischenschicht trennt eine erste und zweite Kammer voneinander und bildet insbesondere eine gemeinsame Kammerwand der ersten und zweiten Kammer, wobei sich die erste Strukturmatte in der ersten Kammer und die zweite Strukturmatte in der zweiten Kammer befinden. Die Zwischenschicht kann stoffschlüssig mit der ersten und zweiten Strukturmatte gefügt sein, insbesondere verklebt, verlötet oder verschweißt sein. Beispielsweise können die obere Deckschicht eine Kammerwand der ersten Kammer und/oder die untere Deckschicht eine Kammerwand der zweiten Kammer bilden. Insbesondere können die erste Strukturmatte stoffschlüssig mit der oberen Deckschicht und/oder die zweite Strukturmatte stoffschlüssig mit der unteren Deckschicht gefügt sein, insbesondere verklebt, verlötet oder verschweißt sein. Die obere und/oder untere Deckschicht kann beispielsweise aus Metall oder Kunststoff gefertigt sein.

[0073] In einer Anwendung im Zusammenhang mit einem Schallschutzpaneel kann dieses als erfindungsgemäße Verbund- oder Sandwichstruktur ausgestaltet sein. Hierfür können die Deckschichten bzw. Deckschichten, d.h. die obere und/oder die untere Deckschicht, zwischen denen zumindest eine erfindungsgemäße Strukturmatte oder ein Strukturmatteverbund optional mit einer zwischen zwei Strukturmatte angeordneten Zwischenschicht eingefasst ist, perforiert sein, insbesondere eine gleichmäßige Lochstruktur aufweisen. Sofern vorhanden kann auch die Zwischenschicht perforiert sein, insbesondere eine gleichmäßige Lochstruktur aufweisen. Durch

die Perforation können Schallwellen in den Bereich zwischen der oberen und unteren Deckschicht gelangen und dort absorbiert, insbesondere dissipiert, werden. Die von den Zellen der Strukturmatte eingefassten Hohlräume, wobei unter Zelle jeweils eine obere Knotenfläche mit den drei von ihr abragenden Verbindungsflächen oder eine untere Knotenfläche mit den drei von ihr abragenden Verbindungsflächen verstanden wird, können mit Schüttgut, insbesondere einem Granulat, d.h. körnigen bis pulverförmigen Feststoff gefüllt sein, wodurch sich noch bessere schallabsorbierende Eigenschaften ergeben. Alternativ könnten die von den Zellen eingefassten Hohlräume ausgeschäumt sein.

[0074] In einer Anwendung auf dem Gebiet der Medizin, beispielsweise in der Orthopädie, der Zahnmedizin oder der regenerativen Medizin, kann die Strukturmatte oder ein Strukturmatteverbund beispielsweise ohne Deck- und Zwischenschichten eine offenporige Gerüststruktur beispielsweise als Träger für menschliche oder tierische Körperzellen oder Zellkulturen bilden. Die Oberflächen der Strukturmatte oder des Strukturmatteverbunds können beispielsweise mit einem oder mehreren medizinischen Wirkstoffen oder Medikamenten beschichtet sein, beispielsweise um eine Zellbesiedlung der Strukturmatte zu begünstigen. Die Strukturmatte oder der Strukturmatteverbund, der mehrere übereinander gestapelte Strukturmatte umfassen kann, kann beispielsweise eingerollt oder in einer anderen beliebigen Form gekrümmt sein, was durch die vorteilhafte Verformbarkeit der erfindungsgemäßen Strukturmatte ermöglicht wird.

[0075] In einer Anwendung im Zusammenhang mit einer Katalysatorvorrichtung, beispielsweise in der Chemie oder der Kraftfahrzeugtechnik, kann dieser eine erfindungsgemäße Strukturmatte oder einen erfindungsgemäßen Strukturmatteverbund zur Bildung einer offenporigen Gerüststruktur als Träger von Katalysatormaterialien aufweisen. Die Oberflächen der Strukturmatte(n) können beispielsweise mit einem katalytisch wirkenden Stoff (entsprechend dem gewünschten Anwendungszweck), wie zum Beispiel Platin, versehen oder beschichtet sein. Alternativ kann die Strukturmatte selbst aus dem katalytisch wirkenden Stoff gebildet sein. Durch die von den Zellen der Strukturmatte bereitgestellten großen Oberflächen kann der aufgebrauchte katalytisch wirkende Stoff seine Wirkung besser entfalten. Durch die Strukturmatte kann die Katalysatorvorrichtung in mehrere Kammern unterteilt werden.

[0076] In einer Anwendung im Zusammenhang mit thermischer Isolation oder Wärmedämmung kann ein erfindungsgemäßer Strukturmatteverbund, insbesondere Sandwichverbund, der eine obere und untere Deckschicht aufweist, eine oder mehrere zwischen der oberen und unteren Deckschicht angeordnete erfindungsgemäße Strukturmatte aufweisen. Die von den Zellen der Strukturmatte eingefassten Hohlräume oder jeder von einer Zelle eingefasste Hohlraum kann mit einem wärmeisolierenden Feststoff gefüllt sein, insbesondere einem Schüttgut, beispielsweise Granulat, oder ausgeschäumt sein.

[0077] In einer Anwendung im Zusammenhang mit elektronischen Geräten kann die Strukturmatte oder der Strukturmatteverbund ein flexibles Gehäuse oder ein flexibles Gerüst für elektronische Komponenten bilden. Hierfür kann die Strukturmatte robuster ausgeführt sein, wobei die von den Zellen eingefassten Hohlräume elektronische Bauteile und/oder flexible Leiterplatten aufnehmen können. Beispielsweise kann zwischen zwei benachbarten Strukturmatte eine Zwischenschicht aufgenommen sein, die eine flexible Leiterplatte aufweist oder ist.

[0078] In einer Anwendung im Zusammenhang mit einer vorzugsweise flexiblen Batterie oder einem Akkumulator, können deren oder dessen Strukturmatte aus einem elektrisch leitenden Material ausgebildet sein. Vor dem Fügen oder Stapeln der leitfähigen Strukturmatte werden die von den Zellen eingefassten Hohlräume zwischen zwei benachbarten Strukturmatte mit einer Einlagematte gefüllt. Die Einlagematte weist eine Vielzahl von Füllkörpern auf, wobei jeweils ein (zentraler) Füllkörper in dem Hohlraum einer Zelle angeordnet und mit den drei benachbarten Füllkörpern über Verbindungsstege der Einlagematte verbunden ist. Zwischen jedem der drei benachbarten Füllkörper und dem zentralen Füllkörper ist ein solcher Verbindungsstege angeordnet. Die Einlagematte ist lose von den benachbarten Strukturmatte eingefasst. Die Strukturmatte kann z.B. die Anode einer Batterie bilden, während die leitfähige Strukturmatte als Kathode agiert, oder umgekehrt.

[0079] Die erfindungsgemäße Strukturmatte und der erfindungsgemäße Strukturmatteverbund kann als Filter oder Sieb verwendet werden. Der Strukturmatteverbund kann zwei oder mehrere übereinander angeordnete oder gestapelte und miteinander gefügte Lagen der erfindungsgemäßen Strukturmatte, insbesondere ohne Deck- und Zwischenlagen aufweisen. Der Strukturmatteverbund kann auf einem Gitter aufliegen. Beispielsweise können benachbarte übereinander angeordnete Strukturmatte so zueinander verdreht angeordnet und optional gefügt sein, dass die zueinander weisenden Knotenflächen der beiden Strukturmatte zueinander um 60° bezogen auf die kongruente Position der zueinander weisenden Knotenflächen verdreht sind.

[0080] In einer Anwendung im Zusammenhang mit einer Boden-Erosionsschutzmatte, beispielsweise zur Hang- oder Böschungsbefestigung, kann diese die Strukturmatte oder den Strukturmatteverbund aufweisen oder daraus gebildet sein, insbesondere ohne Deck- und Zwischenlagen. Die mindestens eine Strukturmatte kann aus einem verrottbaren oder abbaubaren Material, insbesondere textilen Material gefertigt sein.

[0081] Anwendungen, insbesondere im Zusammenhang mit (b).

[0082] In einer Anwendung der erfindungsgemäßen Strukturmatte oder des erfindungsgemäßen Strukturmatteverbunds als Flächenfeder kann diese zum Beispiel als Einlage in einer Matratze dienen. Das Bahnmateriale für den Strukturverbund weist einen hohen E-Modul auf, wobei die Deck- und Zwischenlagen beispielsweise fehlen können. Dadurch weist die Strukturmatte eine gewisse Elastizität gegenüber Normalkräften auf und sie kann sich bei Belastung reversibel flächig verbreitern.

[0083] In einer Anwendung der erfindungsgemäßen Strukturmatte oder des erfindungsgemäßen Strukturmatteverbunds als schwingungsdämpfende Matte (z.B. für Werkzeugmaschinen), kann diese mindestens zwei übereinander gestapelte Strukturmatte insbesondere mit einem hohen E-Modul, insbesondere aus Stahl oder Metall, aufweisen, zwischen denen eine Zwischenschicht angeordnet ist und die zwischen einer oberen Deckschicht und einer unteren Deckschicht eingefasst sind. Zumindest die Zwischenlage kann aus einem Material mit geringem oder geringerem E-Modul, beispielsweise einem elastomeren Material, wie zum Beispiel Gummi oder Silikon, gefertigt sein, um die elastische Ausgleichsdehnung in der Fläche zuzulassen. Dadurch kann eine schwingende Anregung, die normal zu der Strukturmatte steht, gedämpft werden. Die obere und untere Decklage ist vorzugsweise aus einem Material, welches einen niedrigen E-Modul aufweist oder nicht zugsteif ist.

[0084] Anwendung als schockabsorbierende Flächenelemente: Die Energie von schockartigen Belastungen kann von der Strukturmatte oder dem Schichtverbundwerkstoff gut absorbiert werden. Hierfür wird eine abgestimmte Materialpaarung des Bahnmateriale (druck- /biegesteif) und der Deck- und Zwischenlagen (diese sind energieabsorbierend aus plastisch verformbaren Werkstoffen) gewählt.

[0085] Anwendung als flächiger Gewichts- oder Kraftsensor: Der Aufbau ist wie bei der schwingungsdämpfenden Strukturmatte, nur dass zusätzlich durch einen oder mehreren Dehnungssensoren (z. B. DMS-Streifen) die Dehnung der elastischen Membran gemessen werden kann.

[0086] Anwendung als aktiver Schwingungsdämpfer: Der Aufbau ist wie beim flächigen Gewichts- oder Kraftsensor nur dass die Elastomer-Membran in ihrer Elastizität elektrisch gesteuert werden kann (z.B. indem sie aus einem elektromechanischen Wandlmaterial, wie z.B. aus einem elektroaktiven polymeren oder Piezomaterial besteht). Durch die Dehnung und Verkürzung der elastischen Membran wird eine Kraft normal zur Oberfläche der Strukturmatte erzeugt. So können Schwingungen nicht nur passiv, sondern auch aktiv kontrolliert oder erzeugt werden.

[0087] Anwendung im Behälterbau: Mittel zum Schließen der Ränder der Strukturmatte zu geschlossenen Oberflächen wie z. B. Röhren durch z. B. einen Übergreifungsstoß oder insbesondere durch überlappende Einlagen, die sich in den inneren Hohlräumen verankern. Damit ist auch ein Aneinanderreihen in der Fläche zur flächigen Vergrößerung der Strukturmatte möglich, ohne merkliche Unstetigkeiten in den Materialeigenschaften oder ohne merkliche Vergrö-

Berung im Hinblick auf die Dicke der Strukturmatte.

[0088] Im Allgemeinen kann eine Fläche, auf die sich "dünnwandig" bezieht, ein Verhältnis von Länge und/oder Breite zu Dicke von mindestens 10:1, insbesondere mindestens 15:1 oder mindestens 20:1 aufweisen.

[0089] Die Erfindung wurde anhand mehrerer Ausführungen und Weiterbildungen beschrieben. Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren beschrieben. Die dabei offenbarten Merkmale bilden den Gegenstand der Erfindung einzeln und in jeglicher Merkmalskombination vorteilhaft weiter. Es zeigen.

- [0090]** Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Strukturmatte,
[0091] Figur 2 eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführung einer erfindungsgemäßen Strukturmatte,
[0092] Figur 3 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Strukturmatte,
[0093] Figur 4 einen Strukturmatteverbund aus erfindungsgemäßen Strukturmatte, der um mehrere quer zueinander stehende Raumachsen gekrümmt ist,
[0094] Figur 5a eine Vorrichtung zur Herstellung einer Strukturmatte,
[0095] Figur 5b eine andere Vorrichtung zur Herstellung einer Strukturmatte,
[0096] Figur 6 eine Draufsicht auf ein Ausgangsmaterial, aus dem die Strukturmatte durch Umformen hergestellt wird,
[0097] Figur 7 einen ersten Umformschritt,
[0098] Figur 8 einen zweiten Umformschritt,
[0099] Figur 9 einen dritten Umformschritt,
[00100] Figur 10 eine Sandwichstruktur mit einem Kern aus einem erfindungsgemäßen Strukturmatteverbund,
[00101] Figur 11 eine Draufsicht auf ein Ausgangsmaterial für die Herstellung der Strukturmatte,
[00102] Figur 12 eine Draufsicht auf ein alternatives Ausgangsmaterial für die Herstellung der Strukturmatte,
[00103] Figur 13 eine perspektivische Ansicht eines Verbundkörpers mit einer Zwischenschicht oder -lage zwischen zwei Strukturmatte und
[00104] Figur 14 eine perspektivische Ansicht eines Verbundkörpers, der zwei Strukturmatte umfasst, zur Anwendung in einer Batterie oder einem Akkumulator.

[00105] Die Strukturmatte aus den Figuren 1 und 2 unterscheiden sich im Wesentlichen nur durch den Winkel, um den die dünnwandigen Verbindungsflächen 3 in Bezug auf die oberen dünnwandigen Knotenflächen 1 und die unteren dünnwandigen Knotenflächen 2 abgewinkelt sind. Die Figuren 1 und 2 werden daher im Zusammenhang beschrieben.

[00106] Die in den Figuren 1, 2, 3 und 4 gezeigten Ausführungen einer Strukturmatte 10 können beispielsweise durch Urformen, insbesondere Gießen oder Spritzgießen, oder vorzugsweise durch Umformen, insbesondere Biegen oder Falten, in mehreren Schritten (Figuren 7, 8 und 9) aus einer Materialbahn 20 mit einem gleichmäßigen Lochmuster - verschiedene geeignete gleichmäßige Lochmuster werden in den Figuren 6, 11 und 12 beispielhaft gezeigt - hergestellt werden. Mehrere Strukturmatte 10 können zu einem Strukturmatteverbund (Figuren 4 und 10) zusammengefügt werden oder sein, um beispielsweise den Kern einer Sandwichstruktur (Figur 10) zu bilden.

[00107] Die fertige ur- oder umgeformte Strukturmatte 10 (Figuren 1 bis 4) weist obere dünnwandige Knotenflächen 1 an der Oberseite der Strukturmatte 10 und untere dünnwandige Kno-

tenflächen 2 an der Unterseite der Strukturmatte 10 auf. Die von der Strukturmatte 10 wegweisenden Oberflächen der oberen Knotenflächen 1 bilden die Oberseite der Strukturmatte 10 und die von der Strukturmatte 10 wegweisenden Oberflächen der unteren Knotenflächen 2 bilden die Unterseite der Strukturmatte 10. Die oberen Knotenflächen 1 sind in Bezug auf die unteren Knotenflächen 2 in Dickenrichtung der Strukturmatte 10 beabstandet. Die Dicke der Strukturmatte 10 ergibt sich aus dem Abstand von der Oberseite zur Unterseite der Strukturmatte 10. Bevorzugt ist die flächenmäßige Ausdehnung der Strukturmatte 10, d. h. die Länge und die Breite der Strukturmatte 10, größer oder deutlich größer als die Dicke der Strukturmatte 10.

[00108] Jede der oberen Knotenflächen 1 wird von drei Seitenkanten 4 eingefasst. Ferner wird jede der unteren Knotenflächen 2 ebenfalls von drei Seitenkanten 4 eingefasst. Die drei Seitenkanten 4 einer jeden Knotenfläche 1, 2 sind vorzugsweise gleich lang und zueinander mit Winkeln von 60° angeordnet und können gerade sein. Die Seitenkanten 4 einer jeden Knotenfläche 1, 2 begrenzen die Knotenfläche 1, 2 zu einem im Wesentlichen gleichseitigen Dreieck. Die Ecken der Dreiecke können optional von Ausnehmungen 8a (Figuren 11 und 12) gebildet sein. Die Ausnehmungen 8a sind insbesondere bei der Herstellung durch Umformen, wie z. B. Falten oder Biegen, von Vorteil, da sie das Biegen oder Falten vereinfachen und/oder eine Materialanhäufung an den Ecken aufgrund des Biegens oder Faltens vermeiden.

[00109] Jede der oberen Knotenflächen 1 ist über drei dünnwandige Verbindungsflächen 3 mit drei unteren Knotenflächen 2 verbunden. Gleiches gilt auch für die unteren Knotenflächen 2. D. h. dass jede der unteren Knotenflächen 2 über drei dünnwandige Verbindungsflächen 3 mit drei oberen Knotenflächen 1 verbunden ist. Jede der oberen Knotenflächen 1, der unteren Knotenflächen 2 und der Verbindungsflächen 3 ist gleich dick. Jede der Verbindungsflächen 3 ist an einer der Seitenkanten 4 der oberen Knotenfläche 1 mit der oberen Knotenfläche 1 verbunden und an einer der Seitenkanten 4 der unteren Knotenfläche 2 mit der unteren Knotenfläche 2 verbunden. Jede der Verbindungsflächen 3 ist in Bezug auf die obere Knotenfläche 1 und die untere Knotenfläche 2, die von dieser Verbindungsfläche 3 verbunden werden, abgewinkelt angeordnet. Der Winkel zwischen der oberen Knotenfläche 1 und der Verbindungsfläche 3 und/oder zwischen der unteren Knotenfläche 2 und der Verbindungsfläche 3 kann beispielsweise 90° betragen (Figur 2) oder größer als 90° und kleiner als 180° , insbesondere kleiner als 170° , sein (Figuren 1, 3 und 4). Die über eine Verbindungsfläche 3 verbundenen Seitenkanten 4 der oberen und unteren Knotenflächen 1, 2 sind parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander. Der Winkel zwischen der Verbindungsfläche 3 und der mit ihr verbundenen oberen Knotenfläche 1 kann betragsmäßig dem Winkel zwischen dieser Verbindungsfläche 3 und der mit ihr verbundenen unteren Knotenfläche 2 entsprechen.

[00110] Wie beispielhaft an einer oberen Knotenfläche 1 in Figur 1 dargestellt ist, kann insbesondere jede der oberen und/oder der unteren Knotenflächen 1, 2 eine sich bis in die Verbindungsfläche 3 erstreckende Sicke 4a aufweisen, welche die Seitenkante 4 unterbricht. Dadurch kann die Elastizität oder Verformbarkeit zwischen der Knotenfläche 1, 2 und der Verbindungsfläche 3 verringert bzw. die Stabilität erhöht werden.

[00111] Drei obere Knotenflächen 1 und drei untere Knotenflächen 2 sind abwechselnd über den Umfang einer Ausnehmung 8 oder eines Lochs 8 angeordnet. Jede der Verbindungsflächen 3 weist zwei Abschlusskanten 3a auf, die jeweils einen Abschnitt der Umfassung des Lochs 8 bilden. Die Abschlusskanten 3a bilden somit eine Strukturgrenze für die Verbindungsflächen 3. Die Abschlusskanten 3a der Verbindungsflächen 3 verlaufen von der oberen Knotenfläche 1 zu der unteren Knotenfläche 2. Dadurch, dass die Abschlusskanten 3 an das Loch 8 grenzen und somit unverbunden sind, kann die Strukturmatte 10 besonders vorteilhaft um zwei oder mehrere Raumachsen, d. h. doppelt oder mehrfach gekrümmt sein oder werden, ohne dadurch beschädigt oder übermäßig verspannt zu werden (Figur 4). Die Abschlusskanten 3a einer jeden Verbindungsfläche 3 können parallel zueinander sein, wenn sie von einem sechseckigen Loch 8 (Figur 12) gebildet werden, oder die Verbindungsfläche 3 taillieren, wenn sie kreisrunde Löcher 8 begrenzen (Figur 11).

[00112] Die oberen Knotenflächen 1 und die unteren Knotenflächen 2 können wie bereits er-

wähnt Dreiecke oder gleichseitige Dreiecke sein, wobei die Verbindungsflächen 3 Vierecke sind. Für die eine obere Knotenfläche 1 und untere Knotenfläche 2 verbindenden Verbindungsflächen 3 gilt, dass zwei der vier Ecken mit zwei Ecken der oberen Knotenfläche 1 und die anderen zwei der vier Ecken mit zwei Ecken der unteren Knotenfläche 2 übereinstimmen oder zusammenfallen.

[00113] Durch die von der Strukturmatte weg weisenden Oberflächen der oberen Knotenflächen 1 und der unteren Knotenflächen 2 stehen im Vergleich zu einer wabenförmigen Strukturmatte (Honeycomb) verhältnismäßig große Flächen für eine Fügeverbindung zwischen einer oberen Deckschicht und den oberen Knotenflächen 1 und zwischen einer unteren Deckschicht und den unteren Knotenflächen 2 zur Verfügung. Diese eröffnet eine Vielzahl von Möglichkeiten für Fügeverbindungen zwischen der Deckschicht 11, 12 und der Knotenfläche 1, 2. Beispiele hierfür sind lösbare, wie z. B. magnetische Verbindungen und Klettverbindungen, und nicht lösbare Verbindungen, wie z. B. Schweiß-, Löt- und Nietverbindungen.

[00114] Zur Verbesserung beispielsweise einer Klebeverbindung mit der Deckschicht 11, 12 kann jede der oberen Knotenflächen 1 und/oder der unteren Knotenflächen 2 eine Vertiefung oder einen Durchbruch 9 (Figuren 11 und 12) aufweisen. Beispielsweise kann sich der Durchbruch 9, der als Loch ausgestaltet sein kann, im Flächenschwerpunkt der Knotenfläche 1, 2 befinden und die Knotenfläche 1, 2 in Dickenrichtung durchdringen.

[00115] Ferner können Strukturmatte 10 zu einem Strukturmatteverbund 14 (Figuren 4 und 10) gefügt werden. Hierzu werden eine erste Strukturmatte 10 und eine zweite Strukturmatte 10 übereinandergelegt, wobei die zueinander weisenden Knotenflächen 1, wie z. B. obere Knotenflächen 1 der ersten Strukturmatte 10 und obere Knotenflächen 1 der zweiten Strukturmatte 10 kongruent aneinander liegen und miteinander gefügt, insbesondere verklebt, sind oder werden. Alternativ können die kongruent aneinander liegenden Knotenflächen 1 mit einem anderen hierin beschriebenen oder dem Fachmann bekannten Fügeverfahren miteinander gefügt sein oder werden.

[00116] Alternativ zu einer unmittelbaren Verbindung der Knotenflächen 1, 2 der ersten und zweiten Strukturmatte 10 kann zwischen der ersten und zweiten Strukturmatte 10 eine Zwischenlage oder Zwischenschicht (Figur 13) angeordnet sein, welche mehrere obere Knotenflächen 1 der ersten und zweiten Strukturmatte 10 und die Bereiche zwischen diesen Knotenflächen 1 überspannt. Knotenflächen 1, 2 der ersten Strukturmatte 10 und Knotenflächen 1, 2 der zweiten Strukturmatte 10 können jeweils mit der Zwischenschicht gefügt, wie z. B. verklebt sein oder werden, beispielsweise mit einer Kleberschicht, die zwischen der Zwischenschicht und der mit der Zwischenschicht zu fügenden Knotenfläche 1, 2 angeordnet ist.

[00117] Die Strukturmatte 10 oder der Strukturmatteverbund 14 eignen sich besonders vorteilhaft zur Herstellung einer Sandwichstruktur, die eine obere Deckschicht 11, eine untere Deckschicht 12 und wenigstens eine Strukturmatte 10 oder einen Strukturmatteverbund 14 aufweist. Die Strukturmatte 10 oder der Strukturmatteverbund 14 ist zwischen der oberen Deckschicht 11 und der unteren Deckschicht 12 eingefasst. Die obere Deckschicht 11 und die untere Deckschicht 12 sind mit der Strukturmatte 10 oder dem Strukturmatteverbund 14, insbesondere mit deren oder dessen Knotenflächen 1 oder 2 gefügt, insbesondere verklebt.

[00118] Die oberen und unteren, mit beispielsweise flexiblen oder unflexiblen oder starren Verformungseigenschaften gestalteten Deckschichten 11, 12 können beispielsweise plattenförmig oder schalenförmig, wie z. B. um eine Raumachse oder um zwei oder mehrere Raumachsen gekrümmt sein.

[00119] In der Figur 5 wird eine Prinzipskizze einer Vorrichtung 30 zur Herstellung einer Strukturmatte 10, wie sie in den Figuren gezeigt ist, durch Umformen einer Materialbahn 20, vorzugsweise von konstanter Dicke, mittels mehrerer Umformstationen 31, 32, 33 gezeigt. Die erste Umformstation 31, die zweite Umformstation 32 und die dritte Umformstation 33 sind so angeordnet, dass sie von der Materialbahn 20 der Reihe nach durchlaufen werden. Die Vorrichtung 30 ist angepasst für die Umformung von in Bezug auf die Fläche dünnen Materialbahnen,

die ein Lochmuster aufweisen, das in verschiedenen Ausführungen in den Figuren 6, 7, 11 und 13 gezeigt wird. Die Löcher 8 des Lochmusters sind in versetzten Reihen angeordnet. Um jedes Loch 8 des Lochmusters sind 6 weitere Löcher 8 des Lochmusters in einem gleichen Abstand und einer gleichen Teilung angeordnet. Die Flächenschwerpunkte drei benachbarter Löcher 8 bilden die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks. Somit wird eine regelmäßige Lochstruktur über die Länge und Breite der Materialbahn 20 erzeugt.

[00120] Die erste Umformstation 31 weist mindestens ein Umformwerkzeug auf, das angepasst ist, die durch die erste Umformstation 31 durchlaufende Materialbahn 20 parallel zu einer ersten Biegeachse 5 in Bahnaufrichtung abwechselnd um eine erste Biegelinie 5a und eine vierte Biegelinie 5b zum Erhalt einer ersten Zickzackfaltung plastisch abzuwinkeln oder zu falten. Die erste Umformstation 31 biegt oder faltet das Flachmaterial 20 an einer Vielzahl von zu der ersten Biegeachse 5 parallelen ersten und vierten Biegelinien 5a, 5b. Dieser Umformvorgang wird beispielhaft für eine Reihe der Löcher 8 in der Figur 7 gezeigt. Durch die in einer Reihe angeordneten Löcher 8 verläuft eine erste Biegelinie 5a und schneidet dabei jeweils zwei Ecken der sechseckigen Löcher 8. Ferner verläuft durch die in einer Reihe angeordneten Löcher 8 die vierte Biegelinie 5b, wobei sie zwei Ecken der sechseckigen Löcher 8 schneidet. Die erste Biegelinie 5a und die vierte Biegelinie 5b sind parallel zueinander. Die erste Umformstation 31 winkelt die aus einem Flachmaterial bestehende Materialbahn 20 um die erste Biegelinie 5a in eine Richtung und um die vierte Biegelinie 5b in eine entgegengesetzte Richtung ab, insbesondere mit einem Winkel kleiner oder gleich 90° . Dies erfolgt bei allen die erste Umformstation 31 durchlaufenden Lochreihen.

[00121] Die zweite Umformstation 32 weist mindestens ein Umformwerkzeug auf, das angepasst ist, die durch die zweite Umformstation 32 durchlaufende, von der ersten Umformstation 31 umgeformte Materialbahn 20 parallel zu einer zweiten Biegeachse 6, die schräg, insbesondere mit einem Winkel von im Wesentlichen 60° , zu der ersten Biegeachse 5 angeordnet ist, in Bahnaufrichtung abwechselnd um eine zweite Biegelinie 6a und eine fünfte Biegelinie 6b zum Erhalt einer zweiten Zickzackfaltung plastisch abzuwinkeln oder zu falten. Die zweite Umformstation 32 biegt oder faltet das in der ersten Umformstation 31 umgeformte Flachmaterial an einer Vielzahl von zu der zweiten Biegeachse 6 parallelen zweiten und fünften Biegelinien 6a, 6b. In der Figur 8 wird ein Ausschnitt der Materialbahn 20 gezeigt, die in der ersten Umformstation 31 umgeformt wurde. Aufgrund der Zickzackfaltung aus der ersten Umformstation 31 sind die zweite Biegelinie 6a und die fünfte Biegelinie 6b in Biegelinienabschnitte unterteilt, die parallel zueinander versetzt angeordnet sind und sich von einem Loch 8 zu einem benachbarten Loch 8 einer Lochreihe erstrecken. Wäre das in Figur 8 gezeigte Bahnmaterial 20 flach aufgefaltet, würde die Biegelinie 6a, 6b so aussehen, wie sie in den Figuren 11 und 12 dargestellt wird.

[00122] Die dritte Umformstation 33 weist mindestens ein Umformwerkzeug auf, das angepasst ist, die durch die dritte Umformstation 33 durchlaufende Materialbahn 20 parallel zu einer dritten Biegeachse 7, die jeweils schräg, insbesondere mit einem Winkel von im Wesentlichen 60° , zu der ersten und zweiten Biegeachse 5, 6 angeordnet ist, in Bahnaufrichtung abwechselnd um eine dritte Biegelinie 7a und eine sechste Biegelinie 7b zum Erhalt einer dritten Zickzackfaltung plastisch abzuwinkeln oder zu falten. Die dritte Umformstation 33 biegt oder faltet das in der zweiten Umformstation 32 umgeformte Flachmaterial 20 an einer Vielzahl von zu einer dritten Biegeachse 7 parallelen dritten und sechsten Biegelinien 7a, 7b. In der Figur 9 wird ein Ausschnitt einer von der zweiten Umformstation 32 umgeformten Materialbahn 20 gezeigt, in der die dritte Biegeachse 7 und eine dritte Biegelinie 7a und eine sechste Biegelinie 7b eingezeichnet sind, um die die Materialbahn 20 in der dritten Umformstation 33 umgeformt wird. Nachdem die Materialbahn 20 die dritte Umformstation 33 durchlaufen hat weist sie die Form der Strukturmatte 10, wie sie in den Figuren 1 bis 4 gezeigt wird, auf.

[00123] Das Lochmuster kann im Prinzip in beliebiger Orientierung in die Materialbahn 20 eingebracht sein, wobei dann lediglich die Orientierungen der Umformstationen 31, 32, 33 angepasst werden müssten. Allerdings ist es bevorzugt, dass das Lochmuster der Materialbahn 20 so ausgerichtet ist, dass eine Lochreihe quer, insbesondere senkrecht zu der Transportrich-

tung des Abschnitts der Materialbahn 20 angeordnet oder ausgerichtet ist, der stromaufwärtig der ersten Umformstation 31 angeordnet ist. Dadurch können die Umformstationen 31, 32, 33 bzw. deren Werkzeuge weniger komplex oder einfacher aufgebaut sein.

[00124] Beispielsweise kann das Umformwerkzeug wenigstens einer aus erster, zweiter und dritter Umformstation 31, 32, 33 ein Paar von hinsichtlich ihrer Drehachsen parallel angeordneten, ineinandergreifenden Zahnwalzen umfassen, zwischen denen die Materialbahn 20 durchführbar ist oder durchgeführt wird mit deren Zähnen die entsprechende Zickzackfaltung um die Biegelinien 5a, 5b; 6a, 6b; 7a, 7b erzeugbar ist oder erzeugt wird.

[00125] Bei der Vorrichtung aus Figur 5a kann der Winkel a zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der ersten Umformstation 31 und der Transportrichtung des in die erste Umformstation 31 einlaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 60° oder in etwa 60° betragen. Der Winkel a' zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der ersten Umformstation 31 und der Transportrichtung des aus der ersten Umformstation 31 auslaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 kann zwischen 63° und 80° betragen. Der Winkel b zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der zweiten Umformstation 32 und der Transportrichtung des in die zweite Umformstation 32 einlaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 kann zwischen 15° und 35° betragen. Der Winkel b' zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der zweiten Umformstation 32 und der Transportrichtung des aus der zweiten Umformstation 32 auslaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 kann zwischen 25° und 45° betragen. Der Winkel c zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der dritten Umformstation 33 und der Transportrichtung des in die dritte Umformstation 33 einlaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 kann zwischen 26° und 43° betragen. Der Winkel c' zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der dritten Umformstation 33 und der Transportrichtung des aus der dritten Umformstation 33 auslaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 kann 60° oder in etwa 60° betragen. Insbesondere können die Transportrichtungen des in die erste Umformstation 31 einlaufenden Abschnitts und des aus der dritten Umformstation 33 auslaufenden Abschnitts zueinander parallel versetzt sein.

[00126] Alternativ zu der Vorrichtung aus Figur 5a kann bei der Vorrichtung aus Figur 5b der Winkel a zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der ersten Umformstation 31 und der Transportrichtung des in die erste Umformstation 31 einlaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 0° oder in etwa 0° betragen. Demnach ist der Winkel a' zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der ersten Umformstation 31 und der Transportrichtung des aus der ersten Umformstation 31 auslaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 ebenfalls 0° oder in etwa 0° . Der Winkel b zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der zweiten Umformstation 32 und der Transportrichtung des in die zweite Umformstation 32 einlaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 kann zwischen 35° und 50° betragen. Der Winkel b' zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der zweiten Umformstation 32 und der Transportrichtung des aus der zweiten Umformstation 32 auslaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 kann zwischen 55° und 75° betragen. Der Winkel c zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der dritten Umformstation 33 und der Transportrichtung des in die dritte Umformstation 33 einlaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 kann zwischen 25° und 45° betragen. Der Winkel c' zwischen der Normalen n einer der Drehachsen der Zahnwalzen der dritten Umformstation 33 und der Transportrichtung des aus der dritten Umformstation 33 auslaufenden Abschnitts der Materialbahn 20 kann 60° oder in etwa 60° betragen. Insbesondere können die Transportrichtungen des in die erste Umformstation 31 einlaufenden Abschnitts und des aus der dritten Umformstation 33 auslaufenden Abschnitts zueinander parallel versetzt sein.

[00127] Als Alternative zu einer Umformstation mit einem Umformwerkzeug, welches ein Paar von ineinandergreifenden Zahnwalzen umfasst, kann das mindestens eine Umformwerkzeug wenigstens einer aus erster, zweiter und dritter Umformstation 31, 32, 33 eine Matrize und einen in Bezug auf die Matrize an- und abstellbaren Stempel umfassen (nicht gezeigt). Zwischen der Matrize und dem Stempel wird die Materialbahn 20 durchgeführt. Die Matrize und der Stempel weisen jeweils eine Umformstruktur auf, wobei die Umformstruktur der Matrize und des

Stempels ineinandergreifen, wenn der Stempel in Bezug auf die Matrize 0 angestellt ist, und die Umformstruktur der Matrize und des Stempels nicht ineinandergreifen, wenn der Stempel in Bezug auf die Matrize abgestellt ist. Dadurch kann der Transport der Materialbahn 20 relativ zu dem Stempel und der Matrize ermöglicht werden und die entsprechende Zickzackfaltung um die Biegelinien 5a, 5b; 6a, 6b; 7a, 7b durch das Anstellen des Stempels oder das Hinbewegen des Stempels zu der Matrize erzeugt werden. Beispielsweise kann der Vorschub der Materialbahn 20 getaktet sein oder kontinuierlich sein.

[00128] Die Zwischenschicht 13 des Strukturmattenverbunds 14 aus Figur 13 weist mindestens einen Sensor 13a auf, der angepasst ist, die Verformung der Zwischenschicht 13 entlang der Länge und/oder Breite der Zwischenschicht 13 zu ermitteln. Der Sensor 13a kann als Dehnmesssensor oder -streifen ausgestaltet sein. Weist die Zwischenschicht 13 mehrere Sensoren 13a auf, kann die Stelle, an der die Verformung stattfindet, ermittelt werden. Hierdurch kann beispielsweise festgestellt werden, an welcher Stelle eine Normalkraft auf den Strukturmattenverbund einwirkt. Der oder die Sensoren 13a können integraler Bestandteil der Zwischenschicht 13 oder an der Zwischenschicht 13 befestigt, wie zum Beispiel auf die Zwischenschicht 13 aufgeklebt sein.

[00129] Der Strukturmattenverbund 14 aus Figur 14 weist zwei übereinander gestapelte Strukturmatten 10 auf, deren untere Knotenflächen 2 kongruent aneinander liegen und miteinander gefügt sind, insbesondere durch eine hierin beschriebene Fügeverbindung. Dadurch, dass die unteren Knotenflächen 2 kongruent aneinander liegen, liegen auch die zueinander weisenden Hohlräume, die jeweils von einer Zelle eingefasst werden, die von der oberen Knotenfläche 1 und den drei davon abragenden Verbindungsflächen 3 gebildet wird, kongruent aneinander, wodurch eine Vielzahl von gemeinsamen Hohlräumen gebildet werden. In mehreren oder jedem der gemeinsamen Hohlräume ist ein Füllkörper 15 angeordnet oder eingelegt. Um jeden Füllkörper 15 sind drei Füllkörper 15 gleichmäßig verteilt angeordnet, die jeweils mit einem Verbindungssteg 16 mit dem Füllkörper 15, um den die drei Füllkörper 15 angeordnet sind, verbunden sind. Die Füllkörper 15 und die die Füllkörper 15 verbindenden Verbindungsstege 16 bilden eine Einlagematte, die zwischen den benachbarten und verbundenen Strukturmatten 10 lose eingelegt und/oder eingefasst ist. Die Einlagematte kann beispielsweise dazu dienen, nebeneinander angeordnete Strukturmatten 10 oder Strukturmattenverbunde 14 zu verbinden, um die flächige Ausdehnung der Strukturmatte 10 oder des Strukturmattenverbunds 14 zu vergrößern. Die zwei benachbarte Füllkörper 15 verbindenden Verbindungsstege 16 sind in diesem Beispiel ringförmig, könnten aber auch andere Formen aufweisen.

[00130] Die Füllkörper 15 und die Verbindungsstege 16 können beispielsweise aus einem elektrisch leitenden Material, wie zum Beispiel Metall gebildet sein. Die Strukturmatten 10 können aus einem elektrisch leitenden Material, wie zum Beispiel Metall gebildet sein, das beispielsweise edler oder unedler als das Metall der Einlagematte ist. Sofern zwischen den Strukturmatten 10 und den Füllkörpern 15 ein Elektrolyt vorhanden ist, beispielsweise indem die Anordnung aus Figur 14 in einen Elektrolyt getaucht wird, oder zwischen einer oberen Deckschicht 11 und einer unteren Deckschicht 12 (beispielsweise Figur 10) ein Elektrolyt eingefasst ist, kann eine galvanische Zelle, insbesondere Primär- oder Sekundärzelle gebildet werden. Hierdurch lassen sich eine Batterie oder ein Akkumulator darstellen.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 obere dünnwandige Knotenfläche
- 2 untere dünnwandige Knotenfläche
- 3 Verbindungsfläche
- 3a Abschlusskante
- 4 Seitenkante
- 4a Sicke
- 5 erste Biegeachse
- 5a erste Biegelinie
- 5b vierte Biegelinie
- 6 zweite Biegeachse
- 6a zweite Biegelinie
- 6b fünfte Biegelinie
- 7 dritte Biegeachse
- 7a dritte Biegelinie
- 7b sechste Biegelinie
- 8 Loch
- 8a Ausnehmung
- 9 Vertiefung/Ausnehmung/Loch/Noppe/Abragung

- 10 Strukturmatte
- 11 obere Deckschicht / Decklage
- 12 untere Deckschicht / Decklage
- 13 Zwischenschicht / Zwischenlage
- 13a Sensor / Dehnungssensor
- 14 Strukturmatteverbund
- 15 Füllkörper
- 16 Verbindungssteg

- 20 Materialbahn / Flachmaterial

- 30 Vorrichtung
- 31 erste Umformstation
- 32 zweite Umformstation
- 33 dritte Umformstation

- n Normale / Senkrechte

Patentansprüche

1. Strukturmatte (10), umfassend:
 - obere dünnwandige Knotenflächen (1) an der Oberseite der Strukturmatte (10) und untere dünnwandige Knotenflächen (2) an der Unterseite der Strukturmatte (10), wobei die oberen Knotenflächen (1) in Bezug auf die unteren Knotenflächen (2) in Dickenrichtung der Strukturmatte (10) beabstandet sind,
 - wobei jede der oberen Knotenflächen (1) von drei Seitenkanten (4) eingefasst ist
 - wobei jede der oberen Knotenflächen (1) über drei dünnwandige Verbindungsflächen (3) mit drei unteren Knotenflächen (2) verbunden ist,
 - wobei jede der unteren Knotenflächen (2) von drei Seitenkanten (4) eingefasst ist und
 - wobei jede der unteren Knotenflächen (2) über drei dünnwandige Verbindungsflächen (3) mit drei oberen Knotenflächen (1) verbunden ist,
 - wobei jede der Verbindungsflächen (3) von zwei Abschlusskanten (3a), die von der ihr zugeordneten oberen Knotenfläche (1) zu der ihr zugeordneten unteren Knotenfläche (2) verlaufen, begrenzt ist,**dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschlusskanten (3a) bzw. die Verbindungsflächen (3) an ihren Abschlusskanten (3a) unverbunden sind zu den anderen der Verbindungsflächen (3) und/oder den unteren und oberen Knotenflächen (1, 2), die der jeweiligen Verbindungsfläche (3) nicht zugeordnet sind.
2. Strukturmatte (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Seitenkanten (4) jeder oberen Knotenfläche (1) diese zu jeweils einem im Wesentlichen gleichseitigen Dreieck begrenzen und/oder dass die Seitenkanten (4) jeder unteren Knotenfläche (2) diese zu jeweils einem im Wesentlichen gleichseitigen Dreieck begrenzen.
3. Strukturmatte (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede der Verbindungsflächen (3) an einer der Seitenkanten (4) der oberen Knotenfläche (1) mit der oberen Knotenfläche (1) verbunden ist und an einer der Seitenkanten (4) der unteren Knotenfläche (2) mit der unteren Knotenfläche (2) verbunden ist.
4. Strukturmatte (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede der Verbindungsflächen (3) in Bezug auf die obere Knotenfläche (1) und die untere Knotenfläche (2), welche diese Verbindungsfläche (3) verbindet, abgewinkelt angeordnet ist.
5. Strukturmatte (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die über eine Verbindungsfläche (3) verbundenen Seitenkanten (4) der oberen und unteren Knotenfläche (1, 2) im Wesentlichen parallel zueinander sind.
6. Strukturmatte (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die oberen Knotenflächen (1) und die unteren Knotenflächen (2) Dreiecke und die Verbindungsflächen (3) Vierecke sind, wobei für die eine obere Knotenfläche (1) und untere Knotenfläche (2) verbindenden Verbindungsflächen (3) gilt, dass zwei der vier Ecken mit zwei Ecken der oberen Knotenfläche (1) und die anderen zwei der vier Ecken mit zwei Ecken der unteren Knotenfläche (2) übereinstimmen.
7. Strukturmatte (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine obere Knotenfläche (1) und/oder mindestens eine untere Knotenfläche (2) eine Vertiefung oder einen Durchbruch (9) aufweist.
8. Strukturmatteverbund (14), umfassend eine erste Strukturmatte (10), die nach einem der vorherigen Ansprüche ausgebildet ist, und eine zweite Strukturmatte (10), die nach einem der vorherigen Ansprüche ausgebildet ist, wobei mehrere obere Knotenflächen (1) der ersten Strukturmatte (10) und mehrere obere Knotenflächen (1) der zweiten Strukturmatte (10) miteinander gefügt, insbesondere verklebt sind.

9. Strukturmattenverbund (14), umfassend eine erste Strukturmatte (10), die nach einem der vorherigen Ansprüche ausgebildet ist, und eine zweite Strukturmatte (10), die nach einem der vorherigen Ansprüche ausgebildet ist, wobei zwischen der ersten Strukturmatte (10) und der zweiten Strukturmatte (10) eine mehrere obere Knotenflächen (1) der ersten und zweiten Strukturmatte (10) und die Bereiche zwischen diesen Knotenflächen (1) überspannende Zwischenschicht (13) angeordnet ist, mit der die oberen oder unteren Knotenflächen (1, 2) der ersten Strukturmatte (10) und die oberen oder unteren Knotenflächen (1, 2) der zweiten Strukturmatte (10) gefügt, insbesondere verklebt sind.
10. Sandwichstruktur, umfassend eine obere Deckschicht (11), eine untere Deckschicht (12) und wenigstens eine Strukturmatte (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder einen Strukturmattenverbund (14) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Strukturmatte (10) oder der Strukturmattenverbund (14) zwischen der oberen Deckschicht (11) und der unteren Deckschicht (12) eingefasst und die obere Deckschicht (11) und die untere Deckschicht (12) mit der Strukturmatte (10) oder dem Strukturmattenverbund (14) gefügt sind.
11. Verfahren zur Herstellung einer Strukturmatte (10), insbesondere einer Strukturmatte (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein dünnwandiges, insbesondere bahnförmiges Flachmaterial (20) bereitgestellt wird, das eine Vielzahl von Löchern (8) aufweist, die ein gleichmäßiges Lochmuster bilden, wobei das Flachmaterial (20) durch eine erste Umformstation (31) gefördert wird, wobei die erste Umformstation (31) das Flachmaterial (20) an einer Vielzahl von zu einer ersten Biegeachse (5) parallelen ersten und vierten Biegelinien (5a, 5b) umbiegt, eine zweite Umformstation (32) das in der ersten Umformstation (31) umgeformte Flachmaterial (20) an einer Vielzahl von zu einer zweiten Biegeachse (6) parallelen zweiten und fünften Biegelinien (6a, 6b) umbiegt und eine dritte Umformstation (33) das in der zweiten Umformstation (32) umgeformte Flachmaterial (20) an einer Vielzahl von zu einer dritten Biegeachse (7) parallelen dritten und sechsten Biegelinien (7a, 7b) umbiegt, wobei die erste Biegeachse (5), die zweite Biegeachse (6) und die dritte Biegeachse (7) zueinander winkelfersetzt, insbesondere um 60° zueinander winkelfersetzt, angeordnet sind und wobei durch jedes Loch (8) eine erste, zweite, dritte, vierte, fünfte und sechste Biegelinie verläuft (5a, 5b; 6a, 6b; 7a, 7b).
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Flächenschwerpunkt eines jeden Lochs (8) des Lochmusters und die Flächenschwerpunkte von zwei diesem Loch (8) benachbarten Löchern (8) des Lochmusters die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden.
13. Verfahren nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Löcher (8) des Lochmusters eine kreisrunde Form aufweisen, wobei die erste und vierte Biegelinie (5a, 5b) um einen Abstand, der dem Betrag des Radius der kreisrunden Form entspricht, voneinander beabstandet sind und/oder die zweite und fünfte Biegelinie (6a, 6b) um einen Abstand, der dem Betrag des Radius der kreisrunden Form entspricht, voneinander beabstandet sind und/oder die dritte und sechste Biegelinie (7a, 7b) um einen Abstand, der dem Betrag des Radius der kreisrunden Form entspricht, voneinander beabstandet sind.
14. Verfahren nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Löcher (8) des Lochmusters eine sechseckige Form, insbesondere eine gleichschenkelig sechseckige Form, aufweisen, wobei die erste Biegelinie (5a) durch zwei Ecken des Sechsecks und die vierte Biegelinie (5b) durch zwei andere Ecken des Sechsecks verlaufen und/oder die zweite Biegelinie (6a) durch zwei Ecken des Sechsecks und die fünfte Biegelinie (6b) durch zwei andere Ecken des Sechsecks verlaufen und/oder die dritte Biegelinie (7a) durch zwei Ecken des Sechsecks und die sechste Biegelinie (7b) durch zwei andere Ecken des Sechsecks verlaufen.
15. Verfahren nach einem der vier vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flachmaterial (20) an der vierten Biegelinie (5b) entgegengesetzt umgebogen wird als an der ersten Biegelinie (5a) und/oder das Flachmaterial (20) an der fünften Biege-

linie (6b) entgegengesetzt umbogogen wird als an der zweiten Biegelinie (6a) und/oder das Flachmaterial (20) an der sechsten Biegelinie (7b) entgegengesetzt umbogogen wird als an der dritten Biegelinie (7a).

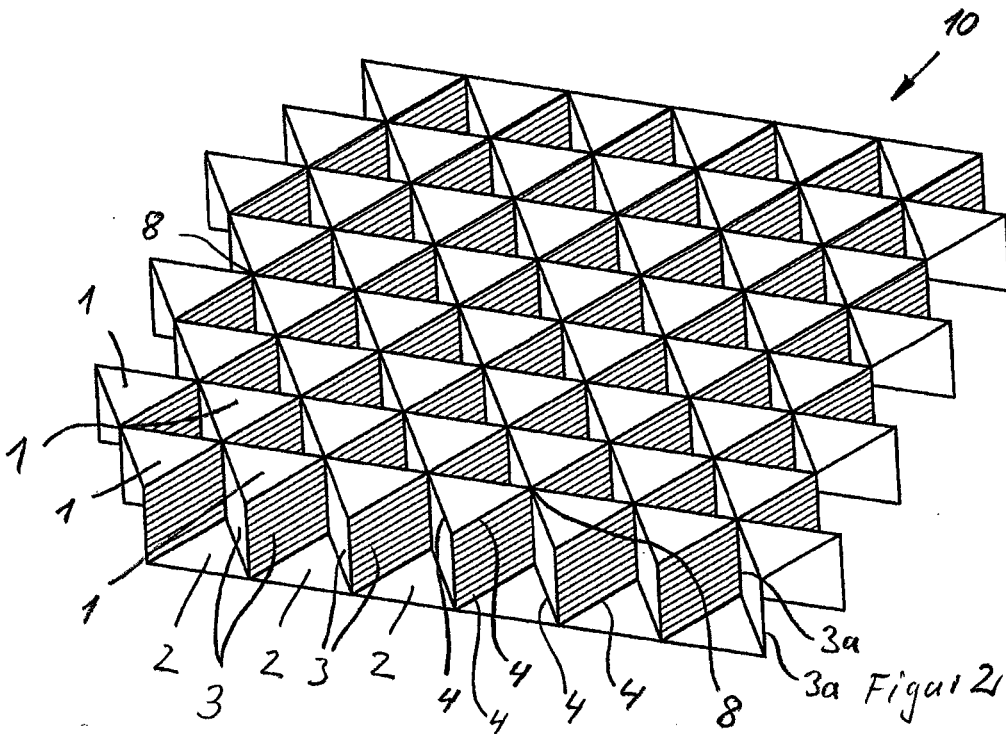
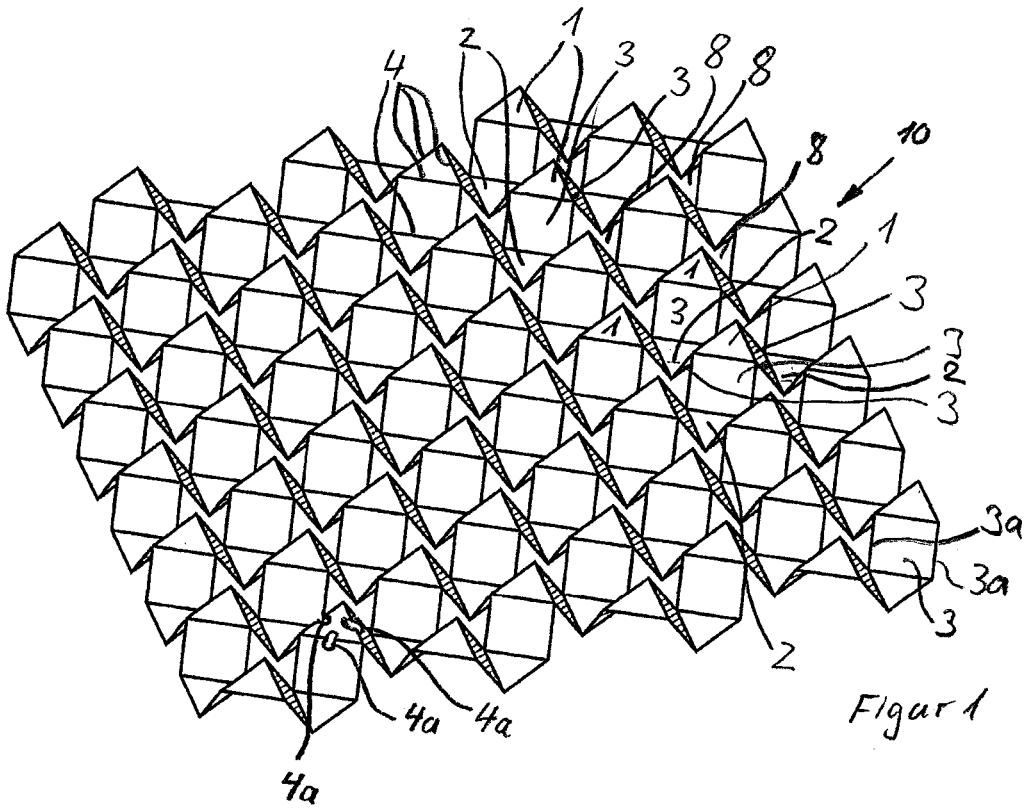
16. Verfahren nach einem der fünf vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flachmaterial (20) in Transportrichtung in der ersten Umformstation (31) abwechselnd um eine erste und vierte Biegelinie (5a, 5b) und/oder in der zweiten Umformstation (32) abwechselnd um eine zweite und fünfte Biegelinie (6a, 6b) und/oder in der dritten Umformstation (33) abwechselnd um eine dritte und sechste Biegelinie (7a, 7b) abgebogen wird.
17. Verfahren nach einem der sechs vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lochmuster des in die erste Umformstation (31) einlaufenden Abschnitts der Materialbahn (20) eine Lochreihe aufweist, die senkrecht zu der Transportrichtung des einlaufenden Abschnitts angeordnet ist.
18. Verfahren nach einem der sieben vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Materialbahn (20) in wenigstens einer aus erster Umformstation (31), zweiter Umformstation (32) und dritter Umformstation (33) über ihre gesamte Breite, insbesondere parallel zu einer Lochreihe, gleichzeitig umgeformt wird.
19. Vorrichtung (30) zur Herstellung einer Strukturmatte (10), insbesondere einer Strukturmatte (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, durch Umformen einer Materialbahn (20) mittels mehrerer Umformstationen (31, 32, 33), die Vorrichtung umfassend:
eine erste Umformstation (31), eine zweite Umformstation (32) und eine dritte Umformstation (33), die so angeordnet sind, dass sie von der Materialbahn (20) der Reihe nach durchlaufen werden,
wobei die erste Umformstation (31) mindestens ein Umformwerkzeug aufweist, das angepasst ist, die durch die erste Umformstation (31) durchlaufende Materialbahn (20) parallel zu einer ersten Biegeachse (5) in Bahnaufrichtung abwechselnd um eine erste Biegelinie (5a) und eine vierte Biegelinie (5b) zum Erhalt einer ersten Zickzackfaltung plastisch abzuwinkeln,
wobei die zweite Umformstation (32) mindestens ein Umformwerkzeug aufweist, das angepasst ist, die durch die zweite Umformstation (32) durchlaufende Materialbahn (20) parallel zu einer zweiten Biegeachse (6), die schräg, insbesondere mit einem Winkel von im Wesentlichen 60° , zu der ersten Biegeachse (5) angeordnet ist, in Bahnaufrichtung abwechselnd um eine zweite Biegelinie (6a) und eine fünfte Biegelinie (6b) zum Erhalt einer zweiten Zickzackfaltung plastisch abzuwinkeln,
wobei die dritte Umformstation (33) mindestens ein Umformwerkzeug aufweist, das angepasst ist, die durch die dritte Umformstation (33) durchlaufende Materialbahn (20) parallel zu einer dritten Biegeachse (7), die jeweils schräg, insbesondere mit einem Winkel von im Wesentlichen 60° , zu der ersten und zweiten Biegeachse (5, 6) angeordnet ist, in Bahnaufrichtung abwechselnd um eine dritte Biegelinie (7a) und eine sechste Biegelinie (7b) zum Erhalt einer dritten Zickzackfaltung plastisch abzuwinkeln.
20. Vorrichtung (30) nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Umformwerkzeug wenigstens einer aus erster, zweiter und dritter Umformstation (31, 32, 33) ein Paar von hinsichtlich ihrer Drehachsen parallel angeordnete, ineinander greifende Zahnwalzen umfasst, zwischen denen die Materialbahn (20) durchgeführt wird, mit deren Zähnen die entsprechende Zickzackfaltung um die Biegelinien (5a, 5b; 6a, 6b; 7a, 7b) erzeugbar ist.
21. Vorrichtung (30) nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - der Winkel (a) zwischen der Normalen (n) einer der Drehachsen der Zahnwalzen der ersten Umformstation (31) und der Transportrichtung des in die erste Umformstation (31) einlaufenden Abschnitts der Materialbahn (20) 60° oder in etwa 60° beträgt; und/oder
 - der Winkel (a') zwischen der Normalen (n) einer der Drehachsen der Zahnwalzen der ersten Umformstation (31) und der Transportrichtung des aus der ersten Umformstation (31)

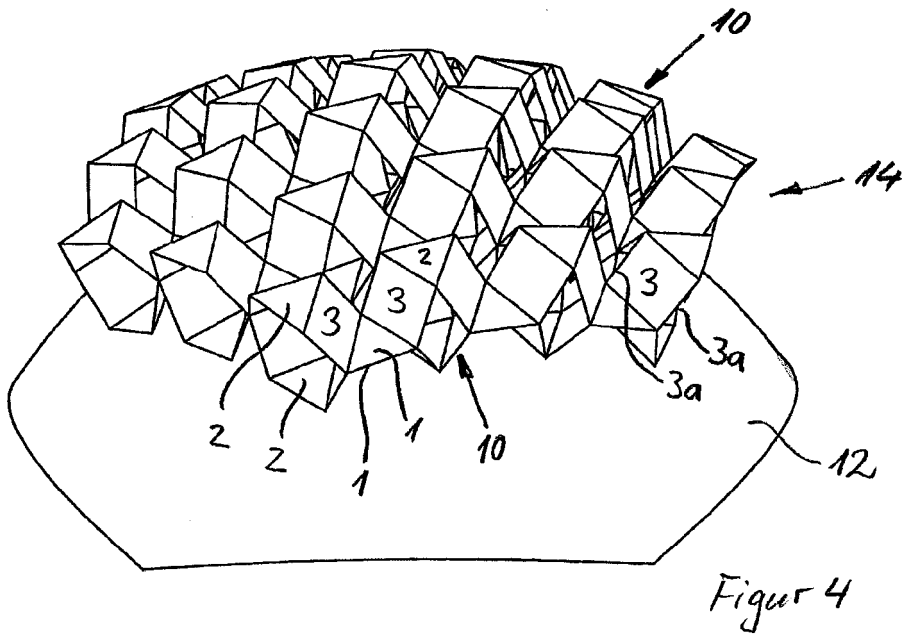
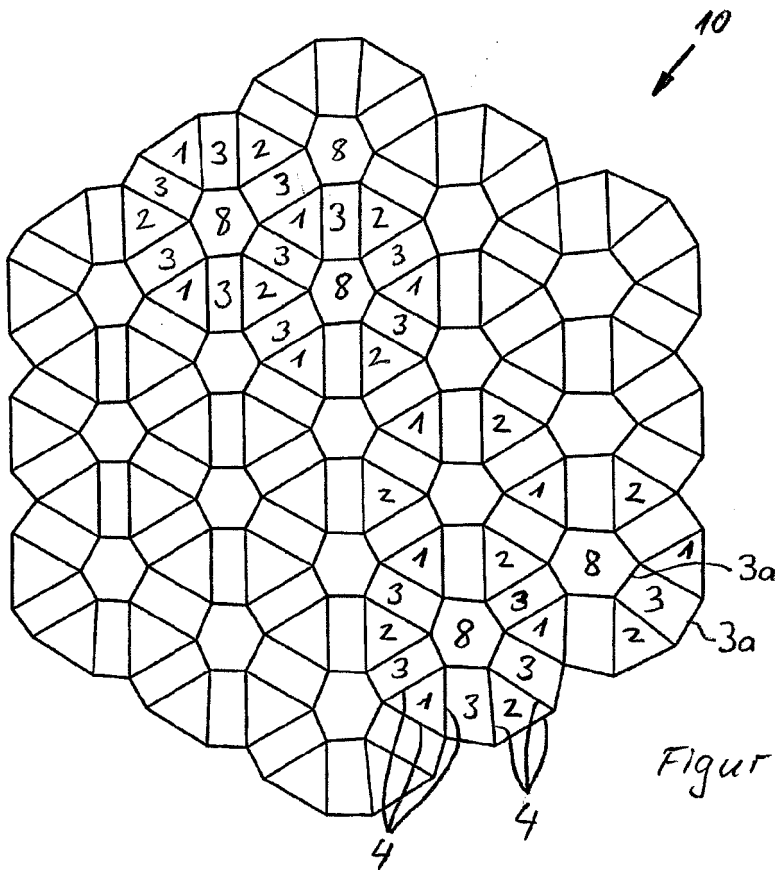
- auslaufenden Abschnitts der Materialbahn (20) zwischen 63° und 80° beträgt; und/oder
- der Winkel (b) zwischen der Normalen (n) einer der Drehachsen der Zahnwalzen der zweiten Umformstation (32) und der Transportrichtung des in die zweite Umformstation (32) einlaufenden Abschnitts der Materialbahn (20) zwischen 15° und 35° beträgt; und/oder
 - der Winkel (b') zwischen der Normalen (n) einer der Drehachsen der Zahnwalzen der zweiten Umformstation (32) und der Transportrichtung des aus der zweiten Umformstation (32) auslaufenden Abschnitts der Materialbahn (20) zwischen 25° und 45° beträgt; und/oder
 - der Winkel (c) zwischen der Normalen (n) einer der Drehachsen der Zahnwalzen der dritten Umformstation (33) und der Transportrichtung des in die dritte Umformstation (33) einlaufenden Abschnitts der Materialbahn (20) zwischen 26° und 43° beträgt; und/oder
 - der Winkel (c') zwischen der Normalen (n) einer der Drehachsen der Zahnwalzen der dritten Umformstation (33) und der Transportrichtung des aus der dritten Umformstation (33) auslaufenden Abschnitts der Materialbahn (20) 60° oder in etwa 60° beträgt.
22. Vorrichtung (30) nach Anspruch 19, 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Umformwerkzeug wenigstens einer aus erster, zweiter und dritter Umformstation (31, 32, 33) eine Matrize und einen in Bezug auf die Matrize an- und abstellbaren Stempel umfasst, zwischen denen die Materialbahn (20) durchgeführt wird, wobei die Matrize und der Stempel jeweils eine Umformstruktur aufweisen, wobei die Umformstrukturen der Matrize und des Stempels ineinandergreifen, wenn der Stempel in Bezug auf die Matrize angestellt ist, und die Umformstrukturen der Matrize und des Stempels nicht ineinandergreifen, wenn der Stempel in Bezug auf die Matrize abgestellt ist, um den Transport der Materialbahn (20) relativ zu dem Stempel und der Matrize zu erlauben, wobei die entsprechende Zickzackfaltung um die Biegelinien (5a, 5b; 6a, 6b; 7a, 7b) durch das Anstellen des Stempels in Bezug auf die Matrize erzeugbar ist.
23. Strukturmatteverbund (14) nach Anspruch 9 oder Sandwichstruktur nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elastizitätsmodul des Materials der ersten und/oder zweiten Strukturmatte (10) höher, insbesondere wesentlich höher ist als der Elastizitätsmodul des Materials der Zwischenschicht (13) und beispielsweise der oberen und/oder unteren Deckschicht (11, 12).
24. Strukturmatteverbund (14) nach Anspruch 9 oder Sandwichstruktur nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zwischenschicht (13) und/oder die obere Deckschicht (11) und/oder die untere Deckschicht (12) einen oder mehrere Dehnungssensoren (13a) aufweist, wobei der mindestens eine Dehnungssensor (13a) ausgestaltet ist, eine flächenmäßige Dehnung der Zwischenschicht (13) und/oder der Deckschicht (11; 12) zu messen.
25. Strukturmatteverbund (14) nach Anspruch 9 oder Sandwichstruktur nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zwischenschicht (13) und/oder die obere Deckschicht (11) und/oder die untere Deckschicht (12) ein elektromechanisches Wandlermaterial, insbesondere EAP, oder eine Piezofolie umfasst oder daraus besteht.
26. Strukturmatteverbund (14) nach Anspruch 9 oder Sandwichstruktur nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material für die Deck- oder Zwischenschicht (11, 12, 5, 13) leichter plastisch verformbar ist als das Material der Strukturmatte (10).
27. Strukturmatteverbund (14) nach Anspruch 9 oder Sandwichstruktur nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei erste Strukturmatte (10), die, insbesondere stumpf aneinander anstoßend, nebeneinander angeordnet sind, vorgesehen sind, wobei eine Einlagematte vorgesehen ist, die den Spalt zwischen den zwei ersten Strukturmatte (10) überspannt und somit die zwei ersten Strukturmatte (10) formschlüssig verbindet.
28. Strukturmatteverbund (14) oder Sandwichstruktur nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einlagematte eine Vielzahl von Füllkörpern (15) und Verbindungsstege (16), die benachbarte Füllkörper (15) verbinden, umfasst, wobei jeweils ein Füllkörper (15)

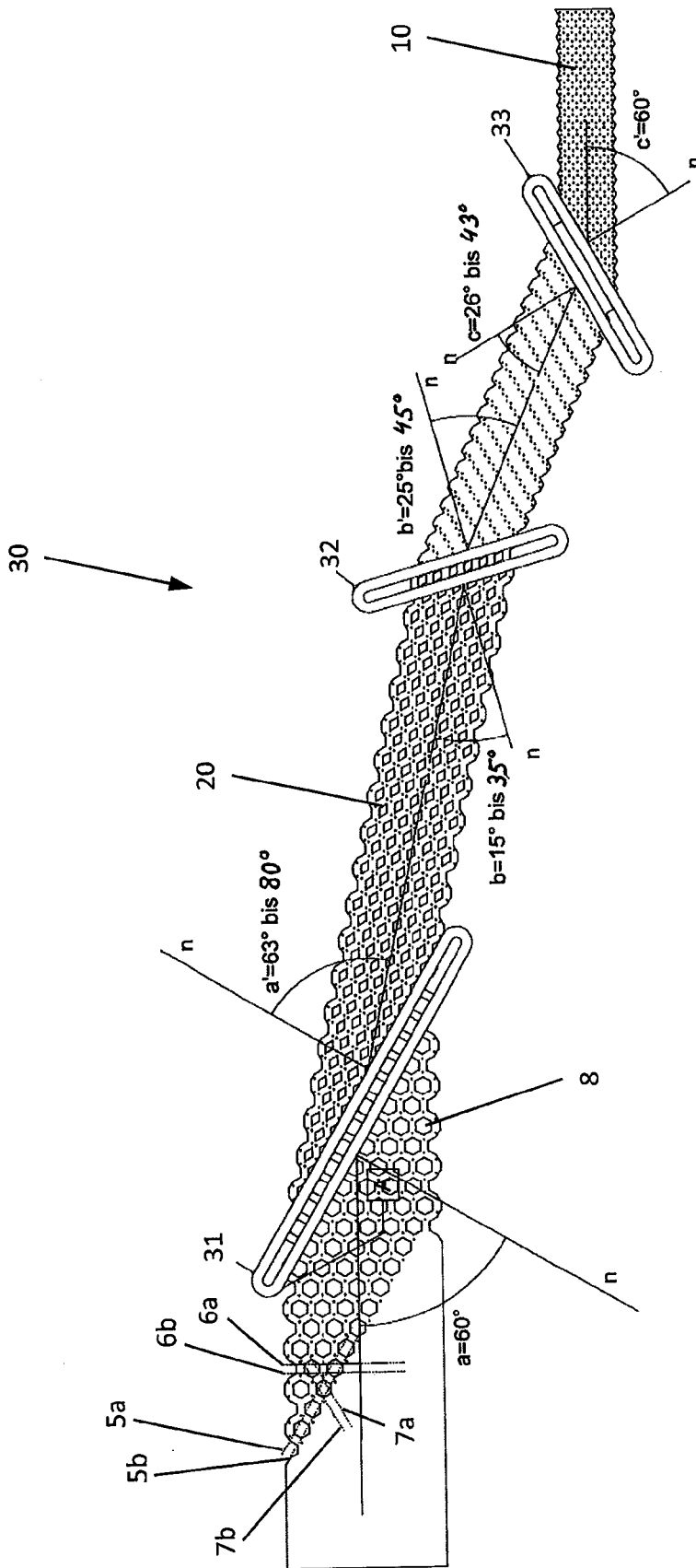
in den von Zellen der zwei ersten Strukturmatte (10) eingefassten Hohlräumen angeordnet ist, wobei eine Zelle jeweils von einer oberen oder unteren Knotenfläche (1, 2) und den davon abragenden Verbindungsflächen (3) gebildet wird.

29. Strukturmatteverbund (14) oder Sandwichstruktur nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Hohlräumen der zwei ersten bzw. unteren Strukturmatte (10) angeordnete Füllkörper (15) gleichzeitig in den von Zellen der zweiten Strukturmatte (10) oder zwei zweiten Strukturmatte (10) eingefassten Hohlräumen angeordnet sind, wobei eine Zelle jeweils von einer oberen oder unteren Knotenfläche (1, 2) und den davon abragenden Verbindungsflächen (3) gebildet wird.
30. Strukturmatteverbund (14) oder Sandwichstruktur nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Strukturmatte (10) den Spalt zwischen den zwei ersten Strukturmatte (10) überspannt oder die zwei zweiten Strukturmatte (10), insbesondere stumpf aneinander anstoßend, nebeneinander angeordnet sind, wobei der Spalt zwischen den zwei zweiten Strukturmatte (10) in etwa mit dem Spalt zwischen den zwei ersten Strukturmatte (10) übereinstimmt.

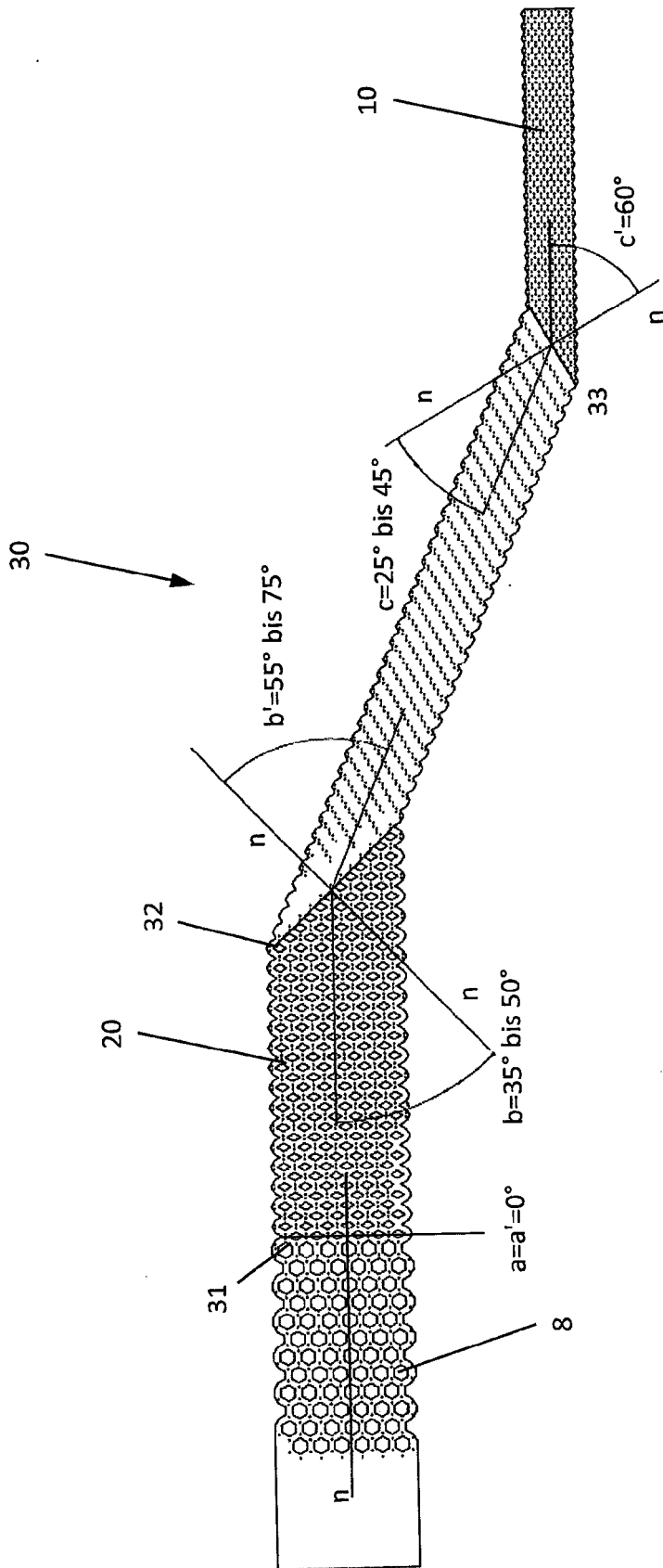
Hierzu 8 Blatt Zeichnungen



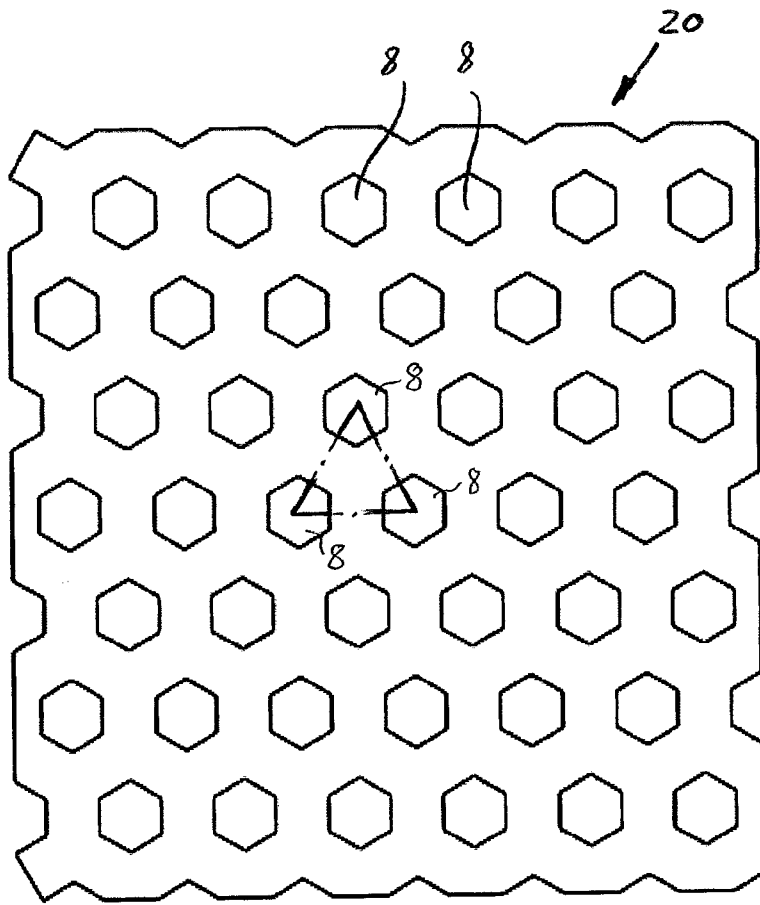




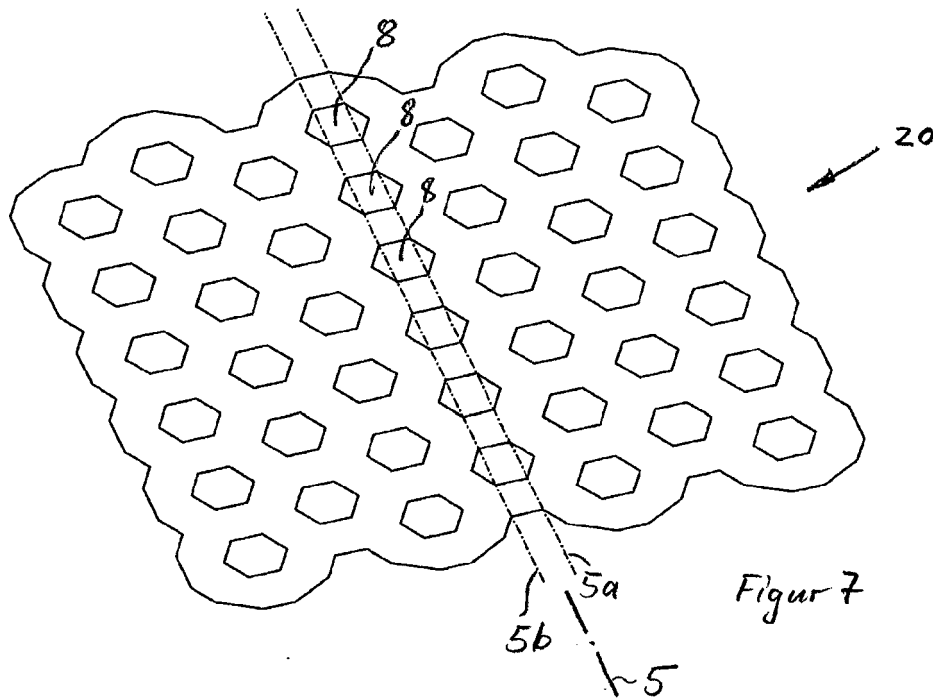
Figur 5a



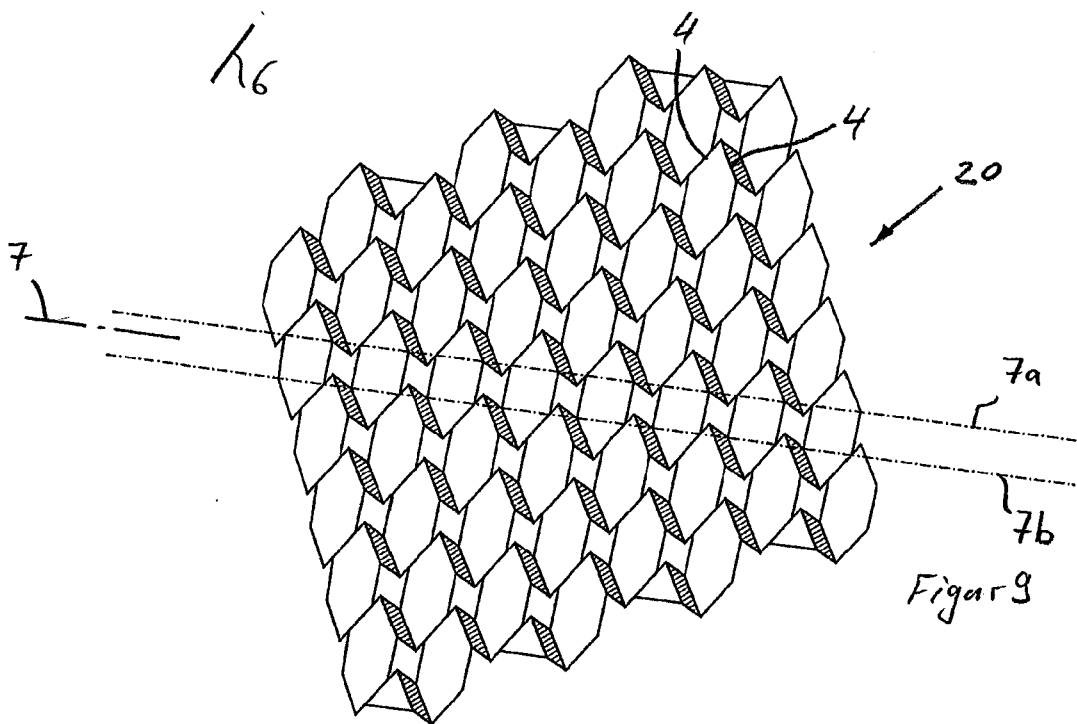
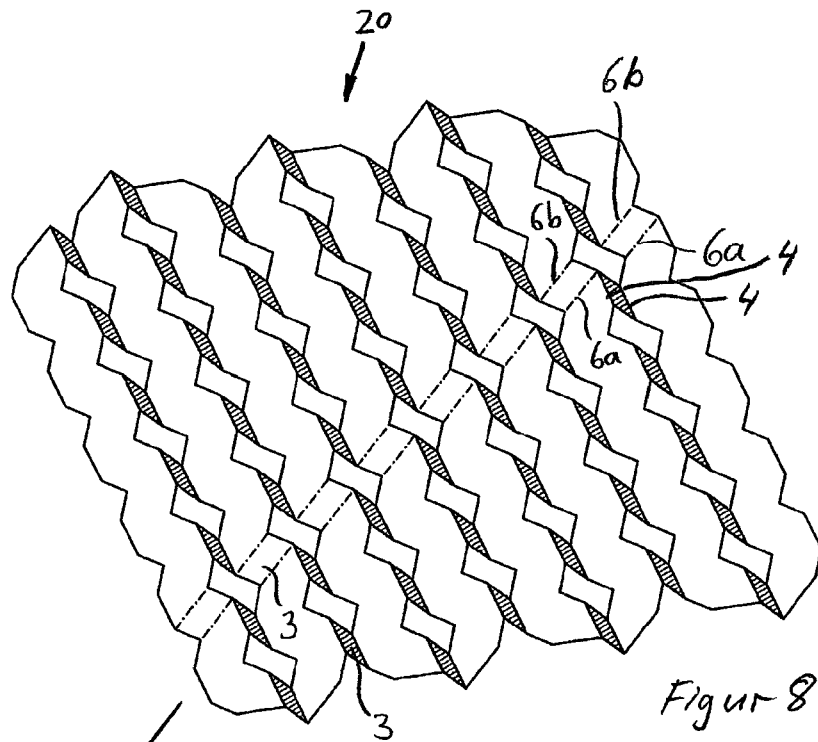
Figur 5b

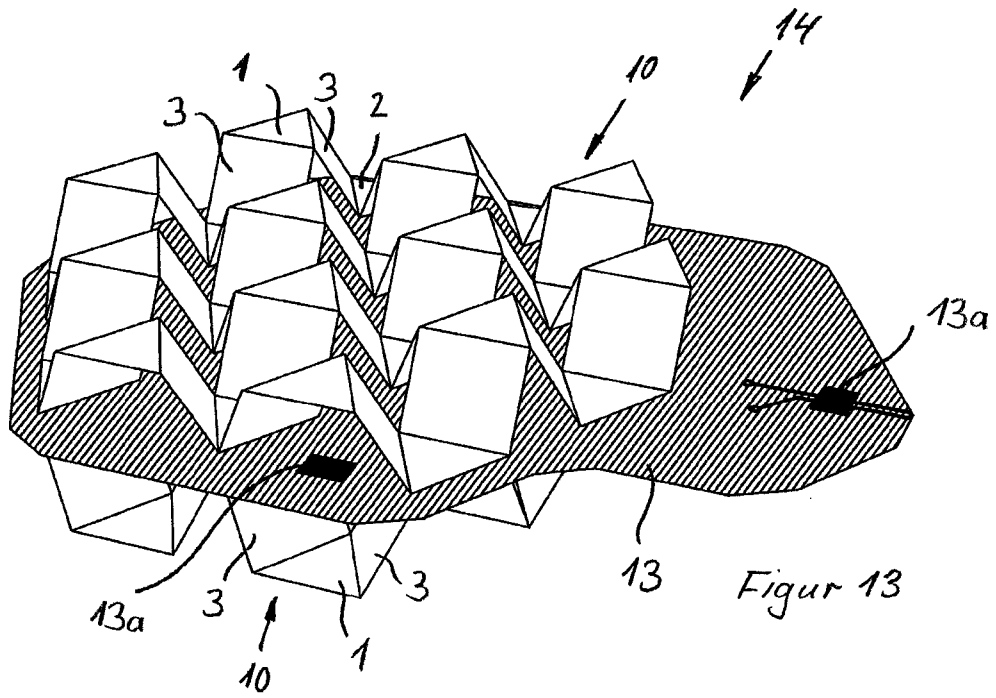


Figur 6

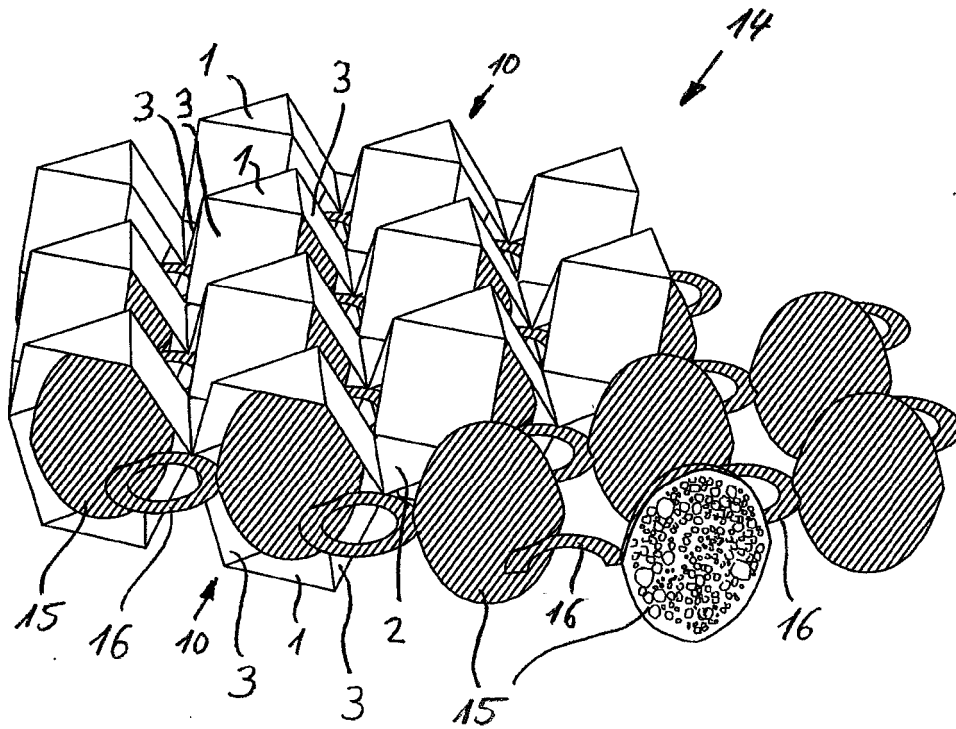


Figur 7





Figur 13



Figur 14