

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50513/2019
(22) Anmeldetag: 06.06.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2022

(51) Int. Cl.: **E04G 11/04** (2006.01)
E04G 11/06 (2006.01)
B28B 7/00 (2006.01)
B28B 7/02 (2006.01)
B28B 7/22 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 410342 B
AT 510664 B1
DE 10033408 A1
DE 19823610 A1

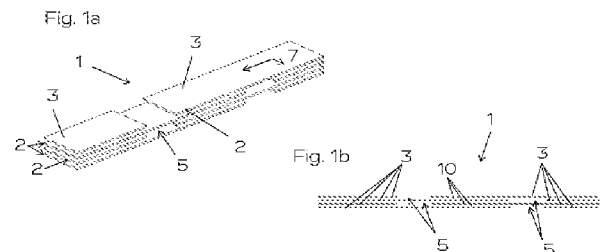
(73) Patentinhaber:
Tochev Ivan
1050 Wien (AT)
Najjar Rames
1030 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Tochev Ivan
1050 Wien (AT)
Said Najjar Victor
1140 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) **Formelement, Anordnung des Formelements und Verfahren zur Bildung zumindest eines Teiles einer Schalung für ein Betonteil mit dem Formelement**

(57) Die Erfindung betrifft ein Formelement (1), eine Anordnung umfassend ein derartiges Formelement (1) und ein Verfahren zur Bildung zumindest eines Teiles einer Schalung für ein Betonteil mithilfe dieses Formelements (1), wobei das Formelement (1) in seinem ersten Zustand flexibel und dreidimensional verformbar ist, und wobei das Formelement (1) in seinem zweiten Zustand, insbesondere in einer verformten Stellung des Formelements (1), versteift und verfestigt ist, wobei das Formelement (1) mindestens zwei flexible Schichten (2) umfasst, die flächig übereinanderliegend angeordnet sind, und wobei die Schichten (2) in dem zweiten Zustand zur Verfestigung des Formelements (1), insbesondere reversibel, miteinander verbunden sind.



Beschreibung

FORMELEMENT, ANORDNUNG DES FORMELEMENTS UND VERFAHREN ZUR BILDUNG ZUMINDEST EINES TEILES EINER SCHALUNG FÜR EIN BETONTEIL MIT DEM FORMELEMENT

[0001] Die Erfindung betrifft ein Formelement, eine Anordnung des Formelements und ein Verfahren gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Verfahren zur Herstellung von Schalungen bekannt, die beispielsweise Gussformen für Betonbauteile wirken. Herkömmliche Schalungssysteme umfassen meist mehrere starre Plattenelemente aus Holz und ein Traggerüst zum Halten dieser Plattenelemente. Nachteilig an diesen herkömmlichen Schalungsverfahren ist aber, dass, um dreidimensional verformte Betonteile erzeugen zu können, irreversibel dreidimensional verformte Schalungselemente verwendet werden müssen. Diese Schalungselemente müssen vorab mittels herkömmlicher Verarbeitungsverfahren in die gewünschte Form gebracht werden und können in der Regel nicht wiederverwendet werden.

[0003] Herkömmliche Formelemente sind beispielsweise aus der AT 410 342 B, der AT 510 664 B1, der DE 100 33 408 A1, der DE 198 23 610 A1 und der GB 1 556 507 A bekannt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, ein Formelement zur Bildung zumindest eines Teiles einer Schalung für ein Bauteil zu schaffen, welches einfach und reversibel dreidimensional verformt werden kann. Die Aufgabe der Erfindung ist es unter anderem, ein Formelement zu schaffen, welches durch seine reversible Verformbarkeit mehrmals in verschiedensten Formen als Schalungselement eingesetzt werden kann und somit kostengünstiger und umweltschonender als herkömmliche Schalungselemente ist. Ferner soll das Formelement direkt an jenem Ort in die gewünschte Form bringbar sein, an dem die Bildung des Bauteils erfolgen soll, also beispielsweise auf einer Baustelle.

[0005] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0006] Die Erfindung betrifft insbesondere ein Formelement zur Bildung zumindest eines Teiles einer Schalung für ein Bauteil, wobei das Formelement in seinem ersten Zustand flexibel und dreidimensional verformbar ist, und wobei das Formelement in seinem zweiten Zustand, insbesondere in einer verformten Stellung des Formelements, versteift und verfestigt ist.

[0007] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Formelement mindestens zwei flexible Schichten umfasst, die flächig übereinanderliegend angeordnet sind, und dass die Schichten in dem zweiten Zustand zur Verfestigung des Formelements, insbesondere reversibel, miteinander verbunden sind.

[0008] Das Formelement kann zur Bildung einer Schalung für einen Bauteil bzw. eines Bauteils verwendet werden. Das heißt, dass das Formelement und/oder die Schichten des Formelements bevorzugt dazu eingerichtet sind, die bei der Erzeugung eines Bauteils bzw. eines Bauteils auftretenden Kräfte aufzunehmen, wie beispielsweise den bei der Schalung auftretenden Betondruck. Insbesondere kann das Formelement in seinem zweiten Zustand derart versteift und verfestigt sein, dass es den auftretenden Kräften standhalten kann.

[0009] In seinem ersten Zustand kann das Formelement flexibel und dreidimensional verformt werden. Insbesondere kann das Formelement zu einer einfach gekrümmten Fläche verformt werden, welche bevorzugt abwickelbar ist. Bevorzugt kann das Formelement zu einer doppelt gekrümmten Fläche verformt werden, welche bevorzugt nicht abwickelbar ist.

[0010] Das Formelement kann in seinem ersten Zustand ausgehend von jeder Form flexibel und dreidimensional verformt werden. Einerseits kann das Formelement in seinem ersten Zustand ausgehend von jeder Form verformt werden. Andererseits kann das Formelement in jeder Form

in seinen zweiten Zustand gebracht und somit versteift und/oder verfestigt werden.

[0011] Mit anderen Worten kann das Formelement sowohl in einem unverformten als auch in einem verformten Zustand zu seiner Versteifung und Verfestigung in seinen zweiten Zustand gebracht werden.

[0012] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Formelement 2 bis einschließlich 500 Schichten, insbesondere 5 bis einschließlich 100 Schichten, umfasst, oder dass das Formelement aus 2 bis einschließlich 500 Schichten, insbesondere aus 5 bis einschließlich 100 Schichten, gebildet ist.

[0013] Vorzugsweise kann das Formelement zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn, elf, zwölf, dreizehn, vierzehn, fünfzehn, sechzehn, siebzehn, achtzehn, neunzehn oder zwanzig Schichten umfassen.

[0014] Bevorzugt sind die Schichten flächig übereinanderliegend angeordnet und/oder erstrecken sich flächig, insbesondere hauptsächlich entlang ihrer Haupterstreckungsrichtungen. Jede Schicht kann sich in drei Richtungen erstrecken, wobei die Längs- und die Quererstreckung der jeweiligen Schicht bevorzugt um ein Vielfaches größer ist als dessen Höhe.

[0015] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann unter der flächigen Erstreckung bzw. Flächenerstreckung der jeweiligen Schicht eine Erstreckung entlang der Haupterstreckungsrichtungen der Schicht verstanden werden. Mit anderen Worten kann durch die flächige Erstreckung der jeweiligen Schicht, diese Schicht eine breite Fläche bilden und/oder sich diese Schicht auf einer Fläche ausbreiten.

[0016] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Schichten im zweiten Zustand flächig aneinandergespreßt und dadurch insbesondere kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

[0017] Dadurch, dass die Schichten im zweiten Zustand flächig aneinandergespreßt sein können, sind die verschiedenen Schichten, insbesondere die aneinandergrenzenden, aufeinanderliegenden und/oder übereinanderliegenden Schichten, insbesondere kraftschlüssig und/oder reibschlüssig miteinander verbunden.

[0018] Bevorzugt können die Schichten im zweiten Zustand ausschließlich kraftschlüssig, insbesondere ausschließlich durch Reibkraft, miteinander verbunden sein.

[0019] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens eine Schicht im ersten Zustand entlang ihrer Flächenerstreckung gegenüber mindestens einer anderen Schicht, insbesondere gegenüber einer angrenzenden Schicht, bewegbar angeordnet ist, und/oder dass mindestens eine Schicht im zweiten Zustand zur Verfestigung des Formelements quer, insbesondere normal, zu ihrer Flächenerstreckung mit mindestens einer anderen Schicht, insbesondere mit einer angrenzenden Schicht, verbunden ist.

[0020] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann unter einer Bewegung einer Schicht entlang ihrer Flächenerstreckung die Richtung verstanden werden, in welche sich die Schicht flächig erstreckt und/oder die Richtung verstanden werden, welche der Fläche der jeweiligen Schicht folgt.

[0021] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann unter der angrenzenden Schicht, die Schicht verstanden werden, welche unter- und/oder oberhalb einer Schicht angeordnet ist.

[0022] Dadurch, dass die Schichten im ersten Zustand des Formelements gegenüber einander entlang ihrer Flächenerstreckung bewegbar und/oder verschiebbar angeordnet sein können, kann das Formelement dreidimensional und flexibel verformt werden.

[0023] Zur Verfestigung des Formelements können die Schichten im zweiten Zustand des Formelements, insbesondere kraftschlüssig und/oder reibschlüssig, normal zu der Flächenerstreckung der jeweiligen Schicht aneinander gepreßt werden.

[0024] Insbesondere kann jede Schicht des Formelements gegenüber jeder anderen Schicht, bevorzugt gegenüber jeder angrenzenden Schicht, bewegbar angeordnet sein.

[0025] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens eine Schicht aus mindestens einem

Versteifungselement gebildet ist, und/oder dass mindestens eine Schicht mindestens ein Versteifungselement umfasst, und/oder dass mindestens ein Versteifungselement einer Schicht mindestens ein Versteifungselement einer anderen Schicht, insbesondere mindestens ein Versteifungselement einer angrenzenden Schicht, überlappt.

[0026] Bevorzugt kann das mindestens eine Versteifungselement, insbesondere im Wesentlichen, unkomprimierbar und/oder, insbesondere im Wesentlichen, undehnbar sein. Bevorzugt sind die Schichten, insbesondere die Versteifungselemente der Schichten, dazu eingerichtet, durch ein Vakuum und/oder einen Unterdruck, insbesondere reversibel, miteinander verbunden zu werden.

[0027] Durch ein Vakuum, insbesondere ein mit einer Vakuumpumpe in der luftdichten Hülle erzeugtes Vakuum, sind gegebenenfalls ausreichend hohe Anpressdrücke erzeugbar, wodurch die Schichten, insbesondere die Versteifungselemente der verschiedenen Schichten, verbunden werden können. Insbesondere ist durch die Erzeugung eines Vakuums in der luftdichten Hülle die ganze Fläche des Formelements, insbesondere der einzelnen Schichten, nutzbar.

[0028] Die Versteifungselemente können aus Papier, Holz, Textil, Metall, Kunststoff, Federstahl und/oder Verbundwerkstoffen gebildet sein. Die Versteifungselemente können Papier, Holz, Textil, Metall, Kunststoff, Federstahl und/oder Verbundwerkstoffe umfassen.

[0029] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass eine Schicht aus nur einem Versteifungselement besteht.

[0030] Um die Kontaktoberflächen bzw. die Reibung des Formelements erhöhen zu können, kann das Formelement und insbesondere jede Schicht eine Vielzahl von dünnen Versteifungselementen umfassen. Vorzugsweise umfasst jede Schicht 5 bis einschließlich 1000, insbesondere 50 bis einschließlich 500, vorzugsweise 50 bis einschließlich 200, Versteifungselemente. Insbesondere umfasst jede Schicht 2 bis einschließlich 500, insbesondere 25 bis einschließlich 250, vorzugsweise 25 bis einschließlich 100, Versteifungselemente pro m² des Formelements.

[0031] Insbesondere hat jedes Versteifungselement eine Breite von 0,1 cm bis einschließlich 10 cm, insbesondere eine Breite von 2 cm bis einschließlich 6 cm. Insbesondere hat jedes Versteifungselement eine Länge von 1 cm bis einschließlich 100 cm, insbesondere eine Länge von 20 cm bis einschließlich 30 cm.

[0032] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens zwei Versteifungselemente im Wesentlichen übereinander angeordnet sind und einen Stapel bilden, und dass der Stapel kammförmig in mindestens einen anderen Stapel gesteckt ist, sodass die Versteifungselemente des einen Stapels zwischen die Versteifungselemente des mindestens einen anderen Stapels ragen.

[0033] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann unter Stapel eine Anordnung von mindestens zwei Versteifungselementen, welche im Wesentlichen übereinanderliegen und/oder aufeinanderliegen, verstanden werden. Mit anderen Worten sind die Versteifungselemente gegebenenfalls, wie beispielsweise Karten bei einem Kartenstapel übereinander gestapelt. Die Versteifungselemente des Stapels können einerseits im Wesentlichen übereinanderliegend angeordnet sein. Andererseits können die Versteifungselemente des Stapels einander aber auch, insbesondere in deren Hauptstreckungsrichtungen, überragen.

[0034] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann unter kammförmig ineinander gesteckt ein Ineinanderschieben bzw. Ineinanderstecken zweier Stapel verstanden werden, wobei die Versteifungselemente des einen Stapels zwischen die Versteifungselemente mindestens eines anderen Stapels ragen.

[0035] Gegebenenfalls kann ein Stapel über lediglich ein einzelnes Versteifungselement mit einem anderen Stapel verbunden sein. Das heißt, dass gegebenenfalls das einzelne, die beiden Stapel verbindende, Versteifungselement in die Stapel gesteckt ist, sodass dieses Versteifungselement zwischen die Versteifungselemente der jeweiligen Stapel ragt.

[0036] Bevorzugt ist mindestens ein Versteifungselement mindestens eines Stapels, insbesondere ein Versteifungselement einer Schicht, im ersten und/oder im zweiten Zustand des Form-

elements beabstandet zu mindestens einem Versteifungselement mindestens eines anderen Stapels, insbesondere beabstandet zu mindestens einem Versteifungselement derselben Schicht, angeordnet.

[0037] Bevorzugt ist mindestens ein Versteifungselement mindestens eines Stapels, insbesondere ein Versteifungselement einer Schicht, gegenüber mindestens einem, insbesondere flächig, anliegendem Versteifungselement einer anderen, insbesondere einer angrenzenden, Schicht mindestens eines anderen Stapels, insbesondere in Flächenerstreckung der Schicht, in dem ersten Zustand des Formelements bewegbar angeordnet.

[0038] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens ein Stapel in dem ersten Zustand des Formelements durch mindestens eine Fixiervorrichtung, wie insbesondere durch mindestens eine Schraube, durch mindestens einen aufblasbaren Balg, durch mindestens einen aufblasbaren Ballon und/oder durch mindestens einen Luftkolben, zu einem Versteifungskörper verbunden ist, und dass der Versteifungskörper kammförmig in mindestens einen anderen Stapel und/oder in mindestens einen anderen Versteifungskörper gesteckt ist, sodass die Versteifungselemente des einen Versteifungskörpers zwischen die Versteifungselemente des mindestens einen anderen Stapels und/oder des mindestens einen anderen Versteifungskörpers ragen.

[0039] Durch die Fixiervorrichtung können die übereinander gestapelten und/oder übereinanderliegenden Versteifungselemente zu einem Versteifungskörper verbunden werden. Das heißt, dass gegebenenfalls die zu dem Versteifungskörper verbundenen Versteifungselemente sowohl im ersten als auch im zweiten Zustand des Formelements, insbesondere im Wesentlichen unbewegbar, miteinander verbunden sein können.

[0040] Bevorzugt ist mindestens ein Versteifungselement mindestens eines Versteifungskörpers, insbesondere ein Versteifungselement einer Schicht, im ersten und/oder im zweiten Zustand des Formelements beabstandet zu mindestens einem Versteifungselement mindestens eines anderen Versteifungskörpers, insbesondere beabstandet zu mindestens einem Versteifungselement derselben Schicht, angeordnet.

[0041] Bevorzugt ist mindestens ein Versteifungselement mindestens eines Versteifungskörpers, insbesondere ein Versteifungselement einer Schicht, gegenüber mindestens einem, insbesondere flächig, anliegendem Versteifungselement einer anderen, insbesondere einer angrenzenden, Schicht mindestens eines anderen Versteifungskörpers, insbesondere in Flächenerstreckung der Schicht, in dem ersten Zustand des Formelements bewegbar angeordnet.

[0042] Gegebenenfalls ist die Fixiervorrichtung als aufblasbare Fixiervorrichtung, insbesondere als Faltenbalg, Ballon oder Luftkolben ausgebildet. Durch das Aufblasen ist gegebenenfalls ein Anpressdruck erzeugbar, wodurch die Versteifungselemente aneinander gepresst und zu einem Versteifungskörper verbunden werden können.

[0043] Der durch die aufblasbare Fixiervorrichtung erzeugte Anpressdruck kann großflächig auf die Versteifungselemente wirken. Ferner kann es durch die Verwendung einer Vielzahl von aufblasbaren Fixiervorrichtungen möglich sein, an verschiedenen Stellen des Formelements die Versteifungselemente im Wesentlich gleichzeitig miteinander, insbesondere reversibel, zu verbinden und gegebenenfalls im Wesentlichen gleichzeitig eine Vielzahl von Versteifungskörpern zu schaffen.

[0044] Bevorzugt umfasst das Formelement eine Vielzahl von Ballons, Faltenbälgen und/oder Luftkolben.

[0045] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Versteifungskörper im ersten Zustand entlang der Flächenerstreckung ihrer Versteifungselemente gegenübereinander bewegbar sind, und dass die Versteifungskörper im zweiten Zustand über die aneinandergepressten Versteifungselemente gegenüber einander fixiert sind.

[0046] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Versteifungselemente mindestens einer Schicht beabstandet voneinander angeordnet sind, und dass die Versteifungselemente dieser Schicht über mindestens einen, insbesondere elastisch, verformbaren Verbindungskörper verbunden

sind.

[0047] Die verformbaren Verbindungskörper können aus Gummi, Kautschuk, Polyurethan, Latex, Silikon oder aus anderen elastischen Materialien bestehen oder Gummi, Kautschuk, Polyurethan, Latex, Silikon oder andere elastische Materialien umfassen.

[0048] Durch die Verformbarkeit des mindestens einen Verbindungskörpers können die Schichten und insbesondere die Versteifungselemente der jeweiligen Schicht im ersten Zustand des Formelements entlang ihrer Flächenerstreckung gegenüber einander bewegt werden.

[0049] Im zweiten Zustand zur Verfestigung des Formelements können die Schichten, insbesondere die Versteifungselemente, quer, insbesondere normal, zu ihrer Flächenerstreckung miteinander verbunden werden.

[0050] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Versteifungselemente einer Schicht beabstandet voneinander angeordnet sind, wodurch zwischen den Versteifungselementen dieser Schicht mindestens ein Zwischenraum freigehalten ist, und dass dieser Zwischenraum der Schicht entlang ihrer Flächenerstreckung versetzt zu mindestens einem Zwischenraum mindestens einer anderen Schicht, insbesondere mindestens einem Zwischenraum mindestens einer angrenzenden Schicht, angeordnet ist.

[0051] Dadurch, dass die Versteifungselemente einer Schicht beabstandet voneinander angeordnet sein können, sind Zwischenräume zwischen den Versteifungselementen vorhanden. Diese Zwischenräume können eine Bewegung der Versteifungselemente zueinander und auseinander ermöglichen.

[0052] Vorzugsweise beträgt der Abstand zwischen den Versteifungselementen einer Schicht, insbesondere die Länge des Zwischenraums, 1 % bis einschließlich 30 %, insbesondere 5 % bis einschließlich 30 %, der Länge des jeweiligen Versteifungselements.

[0053] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Versteifungselemente flexibel biegbare Flachkörper sind, und/oder dass die Versteifungselemente einen Elastizitätsmodul im Bereich von 0,3 MPa bis einschließlich 30 MPa, insbesondere im Bereich von 1 MPa bis einschließlich 3 MPa, aufweisen, und/oder dass die Versteifungselemente im zweiten Zustand des Formelements insbesondere druck- und zugfest sind.

[0054] Bevorzugt sind die Versteifungselemente hitzebeständig, kältebeständig, feuchtebeständig und/oder dauerhaft elastisch.

[0055] Insbesondere weisen die Oberflächen der Versteifungselemente hohe Reibungskoeffizienten, insbesondere einen Reibungskoeffizienten von größer 0,1, bevorzugt einen Reibungskoeffizienten größer 0,5, auf. Diese Eigenschaften können durch passende Oberflächenstruktur, die passenden Materialien und/oder durch Oberflächenbeschichtungen erreicht werden.

[0056] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens ein Versteifungselement einer Schicht im ersten Zustand des Formelements gegenüber mindestens einem Versteifungselement einer anderen Schicht bewegbar angeordnet ist, und dass diese Bewegung bevorzugt entlang der Flächenerstreckung der jeweiligen Schicht und/oder der Flächenerstreckung des jeweiligen Versteifungselements verläuft.

[0057] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens ein Versteifungselement einer Schicht im zweiten Zustand des Formelements mit mindestens einem Versteifungselement mindestens einer anderen Schicht zur Verfestigung des Formelements verbunden ist, und dass diese Verbindung bevorzugt quer, insbesondere normal, zu der Flächenerstreckung der jeweiligen Schicht und/oder der Flächenerstreckung des jeweiligen Versteifungselements erfolgt.

[0058] Insbesondere ist vorgesehen, dass mindestens ein Versteifungselement einer Schicht im ersten Zustand des Formelements gegenüber mindestens einem Versteifungselement einer anderen Schicht, insbesondere gegenüber mindestens einem Versteifungselement einer angrenzenden Schicht, bevorzugt entlang der Flächenerstreckung der jeweiligen Schicht und/oder der Flächenerstreckung des jeweiligen Versteifungselements, bewegbar angeordnet ist.

[0059] Insbesondere ist vorgesehen, dass mindestens ein Versteifungselement einer Schicht im zweiten Zustand des Formelements mit mindestens einem Versteifungselement mindestens einer anderen Schicht, insbesondere mit mindestens einem Versteifungselement einer angrenzenden Schicht, zur Verfestigung des Formelements, insbesondere normal zu der Flächenerstreckung der jeweiligen Schicht und/oder der Flächenerstreckung des jeweiligen Versteifungselements, miteinander verbunden ist.

[0060] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann einer Bewegung eines Versteifungselements entlang ihrer Flächenerstreckung die Richtung verstanden werden, in welche sich das Versteifungselement flächig erstreckt, und/oder die Richtung verstanden werden, welche der Fläche des jeweiligen Versteifungselements folgt.

[0061] Dadurch, dass die Versteifungselemente einer Schicht im ersten Zustand des Formelements gegenüber Versteifungselementen einer anderen, insbesondere angrenzenden, Schicht entlang ihrer Flächenerstreckung bewegbar und/oder verschiebbar angeordnet sein können, kann das Formelement dreidimensional und flexibel verformt werden.

[0062] Ferner können die Versteifungselemente einer Schicht im ersten Zustand des Formelements gegenüber den Versteifungselementen derselben Schicht bewegbar und/oder verschiebbar angeordnet sein. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Zwischenraum zwischen den Versteifungselementen derart bemessen ist, dass sich die Versteifungselemente bei der Verformung des Formelements auch bei einer Bewegung relativ zueinander nicht berühren.

[0063] Bevorzugt ist vorgesehen, dass mindestens ein Versteifungselement einer Schicht gegenüber mindestens einem Versteifungselement einer angrenzenden Schicht beabstandet angeordnet ist, sodass eine Bewegung der Schichten möglich ist.

[0064] Zur Verfestigung des Formelements können die Versteifungselemente im zweiten Zustand des Formelements, insbesondere kraftschlüssig und/oder reibschlüssig, insbesondere normal, zu ihrer Flächenerstreckung aneinander gepresst werden.

[0065] Hierbei können die Versteifungselemente einer Schicht normal zu ihrer Flächenerstreckung mit Versteifungselementen einer anderen, insbesondere angrenzenden, Schicht kraftschlüssig und/oder reibschlüssig aneinandergespreßt werden.

[0066] Insbesondere kann jedes Versteifungselement im ersten Zustand des Formelements gegenüber jedem anderen Versteifungselement, bevorzugt gegenüber jedem, insbesondere flächig, anliegenden und/oder unter- und/oder oberhalb angeordneten Versteifungselement, bewegbar angeordnet sein.

[0067] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens ein Versteifungselement einer Schicht mit mindestens einem Versteifungselement einer anderen Schicht im zweiten Zustand des Formelements kraftschlüssig, insbesondere reversibel, verbunden ist.

[0068] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das mindestens eine Versteifungselement zur kraftschlüssigen Verbindung eine Struktur und/oder eine Beschichtung, insbesondere eine Gummi- und/oder Polyurethanbeschichtung, aufweist.

[0069] Insbesondere ist vorgesehen, dass die Versteifungselemente derart ausgestaltet sind, dass mindestens ein Versteifungselement einer Schicht mit mindestens einem Versteifungselement mindestens einer anderen Schicht, insbesondere mit mindestens einem Versteifungselement einer angrenzenden Schicht, im zweiten Zustand des Formelements kraftschlüssig, insbesondere reversibel, verbindbar ist.

[0070] Insbesondere ist vorgesehen, dass mindestens ein Versteifungselement zur kraftschlüssigen Verbindung mit mindestens einem Versteifungselement einer anderen Schicht, insbesondere mit mindestens einem Versteifungselement einer angrenzenden Schicht, eine Struktur und/oder eine Beschichtung, insbesondere eine Gummi- und/oder Polyurethanbeschichtung, aufweist.

[0071] Die Oberfläche der Versteifungselemente oder das Versteifungselement selbst kann dazu

eingerrichtet sein, eine hohe Reibungskraft zu erzeugen, wenn die Versteifungselemente aneinandergepresst sind.

[0072] Die Oberfläche der Versteifungselemente kann eine Struktur und/oder eine Beschichtung aufweisen.

[0073] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens ein Versteifungselement streifenförmig, plattenförmig, kreisförmig, kreuzförmig, dreieckig, viereckig, vieleckig und/oder sternförmig ausgebildet ist, oder dass alle Versteifungselemente streifenförmig, plattenförmig, kreisförmig, kreuzförmig, dreieckig, viereckig, vieleckig und/oder sternförmig ausgebildet sind.

[0074] Insbesondere kann das mindestens eine Versteifungselement dreieckig, viereckig, fünfeckig, sechseckig, siebeneckig, achteckig, neuneckig, zehneckig, elfeckig, zwölfeckig, dreizehneckig, vierzehneckig, fünfzehneckig und/oder vieleckig ausgebildet sein.

[0075] Insbesondere können alle Versteifungselemente dreieckig, viereckig, fünfeckig, sechseckig, siebeneckig, achteckig, neuneckig, zehneckig, elfeckig, zwölfeckig, dreizehneckig, vierzehneckig, fünfzehneckig und/oder vieleckig ausgebildet sein.

[0076] Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Versteifungselemente unterschiedlich ausgebildet sind. Bevorzugt ist vorgesehen, dass alle Versteifungselemente gleich ausgebildet sind.

[0077] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zur Führung von mindestens einem Versteifungselement mindestens eine Führungsvorrichtung vorgesehen ist, und dass durch die mindestens eine Führungsvorrichtung die Relativbewegung des mindestens einen Versteifungselements nur entlang einer Richtung ermöglicht und wobei die Richtung der Flächenerstreckung der jeweiligen Schicht folgt.

[0078] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens eine Schicht, insbesondere die an dem Beton anliegende Schicht des Formelements, eine größere Biegesteifigkeit aufweist als die anderen Schichten.

[0079] Durch die härtere und/oder steifere Schicht kann ermöglicht werden, dass der Beton der definierten Form des Formelements im zweiten Zustand folgt, ohne dass das Formelement, insbesondere die am Beton anliegende Schicht, nachgibt.

[0080] Mit dem Formelement ist es gegebenenfalls möglich exakt definierte dreidimensionale Betonbauteile zu erzeugen.

[0081] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Schichten, insbesondere die Versteifungselemente, von einer luftdichten Hülle, insbesondere einer Gummihülle, einer Latexhülle oder einer Polyurethanhülle, umgeben sind.

[0082] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Formelement durch das Absaugen von Luft, insbesondere durch Anlegen eines Vakuums, von seinem ersten in seinen zweiten Zustand gebracht wird.

[0083] Durch das Absaugen von Luft aus der luftdichten Hülle, in welcher die Schichten, insbesondere die Versteifungselemente, angeordnet sein können, werden die Schichten, insbesondere die Versteifungselemente, normal zu ihrer Flächenerstreckung reibschlüssig und/oder kraftschlüssig aneinandergepresst.

[0084] Durch das Aneinanderpressen kann das Formelement versteift und/oder verfestigt werden.

[0085] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Formelement manuell, elektrisch, hydraulisch und/oder pneumatisch verformt wird. Ferner kann das Formelement mit Hilfe von mindestens einem Aktuator, welcher gegebenenfalls auch vom Computer gesteuert ist, verformt werden. Beispielsweise kann zur Verformung des Formelements auch eine Schablone verwendet werden.

[0086] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das verformte Formelement von seinem ersten in seinen zweiten Zustand gebracht wird.

[0087] Insbesondere betrifft die Erfindung eine Anordnung von mindestens einem Formelement an einer Unterkonstruktion zur Bildung zumindest eines Teils einer Schalung für ein Betonteil, wobei die Unterkonstruktion aus einem Traggerüst gebildet ist oder die Unterkonstruktion ein Traggerüst umfasst, wobei das mindestens eine Formelement über mindestens eine Verbindungsvorrichtung mit der Unterkonstruktion verbunden ist, und wobei mindestens eine Vorrichtung, insbesondere mindestens eine Vakuumpumpe, vorgesehen ist, durch welche das mindestens eine Formelement von seinem ersten Zustand in seinen zweiten Zustand bringbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Formelement ein erfindungsgemäße Formelement ist.

[0088] Das Formelement kann dazu eingerichtet sein, mit einer herkömmlichen Unterkonstruktion verbunden zu werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass am Formelement mindestens eine Anbindungsvorrichtung vorgesehen ist, welche über mindestens eine Verbindungsvorrichtung mit der Unterkonstruktion verbindbar ist.

[0089] Ferner kann vorgesehen sein, dass zwei oder mehrere Formelemente direkt, beispielsweise über Nut-Feder-Verbindungen, oder über Verbindungselemente miteinander verbunden sind. Die Verbindungselemente können beispielsweise aus Holz, aus Kunststoff oder aus Polyurethan bestehen.

[0090] Die Formelemente können über mindestens eine Nut-Feder-Verbindung, mindestens eine Passfeder, mindestens einen Reißverschluss, mindestens eine Schwalbenschwanzverbindung, mindestens einen Verbindungsbeschlag, mindestens eine Zahnkupplung, mindestens einen Steckverschluss und/oder mindestens eine Keilverbindung miteinander und/oder mit dem Verbindungselement verbunden und/oder verbindbar sein.

[0091] Gegebenenfalls umfasst die Unterkonstruktion Metall, insbesondere Aluminium, Holz und/oder Kunststoff.

[0092] Gegebenenfalls können die Formelemente auch über die Verbindungselemente mit der Unterkonstruktion verbunden sein.

[0093] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Unterkonstruktion bereits eine vorab definierte Verformung aufweist und das Formelement bei der Verbindung des Formelements mit den Anbindungspunkten der verformten Unterkonstruktion verformbar ist.

[0094] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Formelement mit der unverformten Unterkonstruktion verbunden ist und das Formelement durch das Verformen der Unterkonstruktion verformbar ist.

[0095] Insbesondere kann das Formelement über eine einstellbare Verbindungsvorrichtung mit der Unterkonstruktion verbunden und/oder verbindbar sein. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Form, insbesondere die Krümmung, des Formelements über die Einstellung dieser Verbindungsvorrichtung, insbesondere über die Veränderung des Abstands des Formelements zu der Unterkonstruktion, erfolgt.

[0096] Gegebenenfalls kann die Verbindungsvorrichtung auch in alle Richtungen, insbesondere um 360°, bewegbar bzw. einstellbar sein. In diesem Fall kann sich die Verbindungsvorrichtung der Krümmung des Formelements anpassen. Dadurch ist gegebenenfalls die Verbindungsvorrichtung, bevorzugt im Verbindungsbereich, normal zur Tangente der Krümmung des Formelements ausgerichtet.

[0097] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das verformte Formelement mit der verformten Unterkonstruktion verbunden ist.

[0098] Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Bildung zumindest eines Teiles einer Schalung für ein Betonteil, umfassend folgende Schritte: Bringen des Formelements in eine vorab definierte Form, wobei sich das Formelement während des Verformens in seinem ersten Zustand befindet, Bringen des Formelements in seinen zweiten Zustand, insbesondere durch Absaugen der Luft aus der luftdichten Hülle mit einer Vakuumpumpe, wodurch die Schichten, insbesondere die Versteifungselemente, des Formelements zur Verfestigung des Formelements miteinander,

insbesondere reversibel, verbunden werden, dadurch gekennzeichnet, dass das Formelement ein erfindungsgemäßes Formelement ist.

[0099] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Verfahrensschritte des Verfahrens wie zuvor beschrieben aufeinander folgen. In diesem Fall ist vorgesehen, dass das Formelement zuerst in eine vordefinierte Form gebracht wird. Anschließend wird das Formelement in seinen zweiten Zustand gebracht, wodurch die Schichten, insbesondere die Versteifungselemente, reversibel miteinander verbunden werden.

[00100] Ferner kann, falls ein Vakuum in der luftdichten Hülle vorhanden ist, eine Reparatur der luftdichten Hülle, insbesondere der Gummihülle, leicht durchgeführt werden, da der die Undichtigkeit verschließende Stoff angesaugt werden kann.

[00101] Gegebenenfalls ist das Formelement auch über mindestens einen Faltenbalg, mindestens einen Ballon oder mindestens einen Luftkolben in seinen zweiten Zustand bringbar. Durch das Aufblasen des mindestens einen Ballons, des mindestens einen Faltenbalgs oder des mindestens einen Luftkolbens können die Versteifungselemente aneinander gepresst und das Formelement in seinen zweiten Zustand gebracht werden.

[00102] Insbesondere betrifft die Erfindung ein Formelement, wobei das Formelement in seinem ersten Zustand flexibel und dreidimensional verformbar ist, und wobei das Formelement in seinem zweiten Zustand, insbesondere in einer verformten Stellung des Formelements, versteift und verfestigt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Formelement mindestens zwei flexible Schichten umfasst, die flächig übereinanderliegend angeordnet sind, und dass die Schichten in dem zweiten Zustand zur Verfestigung des Formelements, insbesondere reversibel, miteinander verbunden sind.

[00103] Das Formelement kann zur Bildung zumindest eines Teils einer Schalung jeglicher Materialien, als Spritzgussform und/oder als Schablone, insbesondere als Laminier-Schablone im Bootsbau und/oder Modellbau, eingerichtet sein. Ferner kann das Formelement dazu eingerichtet sein, als Unterkonstruktion für ein Ziegelgewölbe und/oder als Freiformfläche für eine Ziegelkonstruktionen und/oder Spritzbeton zu dienen.

[00104] Dieses Formelement kann jedes der oben genannten Merkmale einzeln oder in Kombination aufweisen.

[00105] Weitere erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich gegebenenfalls aus den Ansprüchen, der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und den Figuren.

[00106] Die Erfindung wird nun am Beispiel exemplarischer, nicht ausschließlicher und/oder nicht einschränkender Ausführungsbeispiele weiter erläutert.

[00107] Figuren 1a und 1b zeigen eine schematische grafische Darstellung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Formelements in seinem ersten Zustand,

[00108] Figur 2 zeigt eine schematische grafische Darstellung des erfindungsgemäßen Formelements der Figuren 1a und 1b in seinem zweiten Zustand,

[00109] Figur 3 zeigt eine schematische grafische Darstellung des erfindungsgemäßen Formelements der Figuren 1a und 1a in einem verformten ersten Zustand,

[00110] Figur 4 zeigt eine schematische grafische Darstellung von stapelförmig angeordneten Versteifungselementen,

[00111] Figuren 5a und 5b zeigen eine schematische grafische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Formelements mit sternförmigen Versteifungselementen,

[00112] Figuren 5c und 5d zeigen eine schematische grafische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Formelements mit kreuzförmigen Versteifungselementen,

- [00113]** Figuren 5e und 5f zeigen eine schematische grafische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Formelements mit quadratischen Versteifungselementen,
- [00114]** Figuren 6a, 6b und 6c zeigen schematische grafische Darstellungen verschiedener Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Formelements, wobei die Versteifungselemente über verformbare Verbindungskörper verbunden sind, Figuren 7a und 7b zeigen eine schematische grafische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Führungsvorrichtung,
- [00115]** Figuren 8a und 8b zeigen eine schematische grafische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Formelements, und
- [00116]** die Figuren 9, 10 und 11 zeigen verschiedene Anordnungen des erfindungsgemäßen Formelements an einer Unterkonstruktion.
- [00117]** Wenn nicht anders angegeben, so entsprechen die Bezugszeichen folgenden Komponenten:
Formelement 1, Schicht 2, Versteifungselemente 3, Stapel 4, Zwischenraum 5, Führungsvorrichtungen 6, Flächenerstreckung 7, Unterkonstruktion 8, Verbindungskörper 9, Fixiervorrichtung 10 und Versteifungskörper 11.
- [00118]** Die Figuren 1a und 1b zeigen eine schematische grafische Darstellung des erfindungsgemäßen Formelements 1 in seinem ersten Zustand. In der Figur 1a ist das Formelement 1 in einer schematischen dreidimensionalen Darstellung dargestellt. In der Figur 1b ist das Formelement 1 in einem Aufriss dargestellt. Zur besseren Ersichtlichkeit ist die luftdichte Hülle, welche die Schichten 2 umgibt, nicht dargestellt.
- [00119]** Das Formelement 1 gemäß dieser Ausführungsform ist zur Bildung von mindestens einem Teil einer Schalung für ein Betonteil eingerichtet. In dem ersten Zustand ist das Formelement 1 flexibel und dreidimensional verformbar.
- [00120]** Das Formelement 1 umfasst vier flexible Schichten 2, die flächig übereinanderliegend angeordnet sind.
- [00121]** Im ersten Zustand des Formelements 1 sind die Schichten 2 entlang ihrer Flächenerstreckung 7 gegenüber mindestens einer angrenzenden Schicht 2 bewegbar. Mit anderen Worten sind die Versteifungselemente 3 einer Schicht 2 entlang der Flächenerstreckung 7 der Schicht 2 gegenüber den unterhalb und/oder den oberhalb angeordneten Versteifungselementen 3 bewegbar. Durch diese Bewegungsmöglichkeit der Schichten 2 bzw. Versteifungselemente 3 ist eine dreidimensionale Verformung des Formelements 1 möglich.
- [00122]** Die einzelnen Schichten 2 können zur Verfestigung und/oder Versteifung des Formelements 1 in seinem zweiten Zustand ausschließlich kraftschlüssig und reversibel miteinander verbunden werden.
- [00123]** Gemäß dieser Ausführungsform umfasst jede Schicht 2 zwei Versteifungselemente 3. Diese Versteifungselemente 3 einer Schicht 2 überlappen die Versteifungselemente 3 der jeweils angrenzenden Schicht 2.
- [00124]** Ferner sind die Versteifungselemente 3 einer Schicht 2 dazu eingerichtet, mit den Versteifungselementen 3 mindestens einer angrenzenden Schichten 2 reversibel und kraftschlüssig verbunden zu werden.
- [00125]** Gemäß dieser Ausführungsform weisen die Versteifungselemente 3 eine Struktur und eine Polyurethanbeschichtung auf.
- [00126]** Die Versteifungselemente 3 jeder Schicht 2 sind beabstandet von den Versteifungselementen 3 der gleichen Schicht 2 angeordnet, wodurch zwischen den Versteifungselementen 3 der Schicht 2 Zwischenräume 5 freigehalten sind.
- [00127]** Die Zwischenräume 5 einer Schicht 2 sind entlang ihrer Flächenerstreckung 7 versetzt

zu den Zwischenräumen 5 der mindestens einen angrenzenden Schicht 2 angeordnet.

[00128] Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die erste Schicht 2, welche an dem Beton anliegt, nicht gezeigt. Diese Schicht 2 besteht aus mindestens einem Versteifungselement 3, welches die auftretenden Kräfte, wie beispielsweise den Betondruck, aufnehmen kann.

[00129] In Figur 2 ist das erfindungsgemäße Formelement 1 gemäß der Figuren 1a und 1b in seinem zweiten Zustand dargestellt. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß Figur 2 können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a und/oder 1b entsprechen.

[00130] Im zweiten Zustand des Formelements 1 sind die Schichten 2 normal zu ihrer Flächenerstreckung 7 mit mindestens einer anderen Schicht 2, insbesondere mit einer angrenzenden Schicht 2, verbunden. Mit anderen Worten sind die Schichten 2 des Formelements 1 im zweiten Zustand des Formelements 1 flächig aneinandergespreßt.

[00131] In Figur 3 ist ein erfindungsgemäßes verformtes Formelement 1, welches acht Schichten 2 umfasst, in seinem ersten Zustand dargestellt. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß Figur 3 können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b und/oder 2 entsprechen.

[00132] Wenn das Formelement 1 in diesem verformten Zustand in seinen zweiten Zustand gebracht wird, wird ein versteiftes und/oder verfestigtes Formelement 1 erhalten, welches die in der Figur 3 gezeigte Verformung aufweist.

[00133] Figur 4 zeigt eine Anordnung von Versteifungselementen 3, welche im Wesentlichen übereinander angeordnet sind und einen Stapel 4 bilden. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß Figur 4 können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2 und/oder 3 entsprechen.

[00134] Der erste Stapel 4 ist kammförmig in den zweiten Stapel 4 gesteckt, sodass die Versteifungselemente 3 des ersten Stapels 4 zwischen die Versteifungselemente 3 des zweiten Stapels 4 ragen.

[00135] Die Figuren 5a und 5b zeigen sternförmige Versteifungselemente 3 und ein daraus gebildetes erfindungsgemäßes Formelement 1. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 5a und 5b können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2, 3 und/oder 4 entsprechen.

[00136] Die Figuren 5c und 5d zeigen kreuzförmige Versteifungselemente 3 und ein daraus gebildetes erfindungsgemäßes Formelement 1. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 5c und 5d können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2, 3, 4, 5a und/oder 5b entsprechen.

[00137] Die Figuren 5e und 5f zeigen quadratische Versteifungselemente 3 und ein daraus gebildetes erfindungsgemäßes Formelement 1. Die stapelförmig angeordneten Versteifungselemente 3 sind über Fixiervorrichtungen 10 zu Versteifungskörpern 11 miteinander verbunden. Die Versteifungskörper 11 sind kammförmig in mindestens einen anderen Versteifungskörper 11 gesteckt, sodass die Versteifungselemente 3 des einen Versteifungskörpers 11 zwischen die Versteifungselemente 3 des anderen Versteifungskörpers 11 ragen.

[00138] Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 5e und 5f können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2, 3, 4, 5a, 5b, 5c und/oder 5d entsprechen.

[00139] Die Figur 6a zeigt eine schematische grafische dreidimensionale Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Formelements und einen Schnitt durch diese Darstellung. Gemäß dieser Ausführungsform sind die quadratischen Versteifungselemente 3 über, insbesondere elastisch, verformbare Verbindungskörper 9 verbunden.

[00140] Die Figur 6b zeigt eine schematische grafische dreidimensionale Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Formelements und einen Schnitt durch diese Darstellung.

Gemäß dieser Ausführungsform sind die kreisförmigen Versteifungselemente 3 über, insbesondere elastisch, verformbare Verbindungskörper 9 verbunden.

[00141] Die Figur 6c zeigt eine schematische grafische dreidimensionale Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Formelements und einen Schnitt durch diese Darstellung. Gemäß dieser Ausführungsform sind die dreieckigen Versteifungselemente 3 über, insbesondere elastisch, verformbare Verbindungskörper 9 verbunden.

[00142] Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 6a, 6b und 6c können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2, 3, 4, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e und/oder 5f entsprechen.

[00143] Durch die verformbaren Verbindungskörper 9 sind die Versteifungselemente 3 der jeweiligen Schicht 2 miteinander verbunden, sodass unter anderem bei der Montage eine einfache Ausrichtung der Versteifungselemente 3 zueinander ermöglicht wird.

[00144] Ferner können die Versteifungselemente 3 einer Schicht 2 gegenüber einander bewegt werden. Insbesondere ist eine Bewegung der miteinander verbundenen Versteifungselemente 3 einer Schicht 2 bevorzugt entlang der Flächenerstreckung 7 der jeweiligen Schicht 2 und/oder der Flächenerstreckung 7 des jeweiligen Versteifungselements 3 möglich.

[00145] In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass für die kraftschlüssige Verbindung der einzelnen Schichten 2 eine Überlappung der Versteifungselemente 3 der verschiedenen Schichten 2 erforderlich ist.

[00146] Die Figuren 7a und 7b zeigen eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Führungsvorrichtung 6. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 7a und 7b können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2, 3, 4, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 6a, 6b und/oder 6c entsprechen.

[00147] In der Figur 7a ist die Führungsvorrichtung 6 ohne Versteifungselemente 3 und in der Figur 7b ist die Führungsvorrichtung 6 mit darin angeordneten Versteifungselementen 3 gezeigt.

[00148] Durch die Führungsvorrichtung 6 kann die Relativbewegung der darin angeordneten Versteifungselemente 3 eingeschränkt werden. Insbesondere wird durch die Führungsvorrichtung 6 eine Relativbewegung nur entlang einer Richtung ermöglicht, wobei diese Richtung der Flächenerstreckung 7 der jeweiligen Schicht 2 folgt.

[00149] Die Figur 8a und 8b zeigen schematische grafische Darstellungen einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Formelements in einer verformten Position, wobei die Versteifungselemente 3 in der Figur 8a in einer Hülle und in Figur 8b ohne eine Hülle dargestellt sind.

[00150] Die Versteifungselemente 3 der Schichten 2 dieser Ausführungsform sind stapelförmig übereinander angeordnet. Die Stapel 4 sind kammförmig in mindestens einen anderen Stapel 4 gesteckt, sodass die Versteifungselemente 3 des einen Stapels 4 zwischen die Versteifungselemente 3 des mindestens einen anderen Stapels 4 ragen.

[00151] Die am Beton anliegende Schicht 2 des Formelements 1 weist eine größere Biegesteifigkeit auf als die anderen Schichten 2. Diese Schicht 2 ist dazu eingerichtet, dass der Beton der definierten Form des Formelements 1 im zweiten Zustand folgt, ohne dass das Formelement 1, insbesondere die am Beton anliegende Schicht 2, nachgibt.

[00152] Somit ist es mit dem Formelement 1 möglich, exakt definierte dreidimensionale Betonbauteile zu erzeugen.

[00153] Die Merkmale der Ausführungsformen gemäß den Figuren 9, 10 und/oder 11 können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2, 3, 4, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 6a, 6b, 6c, 7a und/oder 7b entsprechen.

[00154] Die Figuren 9, 10 und 11 zeigen verschiedene Anordnungen von einem erfindungsgemäßen Formelement 1 an einer Unterkonstruktion 8 zur Bildung von zumindest einem Teil einer

Schalung für ein Betonteil. Die Merkmale der Ausführungsformen gemäß den Figuren 9, 10 und/oder 11 können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2, 3, 4, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 6a, 6b, 6c, 7a, 7b, 8a und/oder 8b entsprechen.

[00155] Gemäß Figur 9 wird die Unterkonstruktion 8 auf eine definierte Form eingestellt und/oder zu einer definierten Form verformt. Anschließend wird das Formelement 1 über mindestens eine Verbindungsvorrichtung in seinem ersten Zustand an der Unterkonstruktion 8 angebracht, wodurch das Formelement 1 in die gewünschte Form bringbar ist.

[00156] Sobald das Formelement 1 seine gewünschte Form hat, kann das Formelement 1 von seinem ersten Zustand in seinen zweiten Zustand gebracht werden, wodurch das Formelement 1 versteift und verfestigt wird.

[00157] Gemäß Figur 10 kann das Formelement 1 in seinem ersten Zustand mit einer unverformten Unterkonstruktion 8 verbunden werden. Anschließend kann die Unterkonstruktion 8 und das damit verbundene Formelement 1 verformt werden.

[00158] Sobald das Formelement 1 seine gewünschte Form hat, kann das Formelement 1 von seinem ersten Zustand in seinen zweiten Zustand gebracht werden, wodurch das Formelement 1 versteift und verfestigt wird.

[00159] Gemäß Figur 11 kann das Formelement 1 in seinem ersten Zustand verformt, dann in seinen zweiten Zustand gebracht und anschließend mit einer Unterkonstruktion 8 verbunden werden.

[00160] Diese Konfiguration kann in allen Ausführungsformen vorgesehen sein.

[00161] Durch diese beispielhafte Konfiguration können die erfindungsgemäßen Effekte erzielt werden.

[00162] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die dargestellten Ausführungsformen, sondern umfasst jegliches Formelement 1, jegliche Anordnung und jegliches Verfahren gemäß den nachfolgenden Patentansprüchen.

Patentansprüche

1. Formelement (1) zur Bildung zumindest eines Teiles einer Schalung für ein Betonteil,
 - wobei das Formelement (1) in seinem ersten Zustand flexibel, dreidimensional und zu einer doppelt gekrümmten, insbesondere nicht abwickelbaren, Fläche verformbar ist,
 - wobei das Formelement (1) in seinem zweiten Zustand, insbesondere in einer verformten Stellung des Formelements (1), versteift und verfestigt ist,
 - wobei das Formelement (1) mindestens zwei flexible Schichten (2) umfasst, die flächig übereinanderliegend angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Schichten (2) in dem zweiten Zustand zur Verfestigung des Formelements (1), insbesondere reversibel, miteinander verbunden sind,
 - dass die Schichten (2) im zweiten Zustand flächig aneinandergespreßt und dadurch kraftschlüssig miteinander verbunden sind,
 - dass mindestens eine Schicht (2) im ersten Zustand entlang ihrer Flächenerstreckung (7) gegenüber mindestens einer anderen Schicht (2), insbesondere gegenüber einer angrenzenden Schicht (2), bewegbar angeordnet ist,
 - dass mindestens eine Schicht (2) im zweiten Zustand zur Verfestigung des Formelements (1) quer, insbesondere normal, zu ihrer Flächenerstreckung (7) mit mindestens einer anderen Schicht (2), insbesondere mit einer angrenzenden Schicht (2), verbunden ist,
 - und dass das Formelement sowohl in einer unverformten als auch in einer dreidimensional und zu einer doppelt gekrümmten Fläche verformten Stellung zu seiner Versteifung und Verfestigung in seinen zweiten Zustand bringbar ist.
2. Formelement (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass die Schichten (2) jeweils aus mindestens einem Versteifungselement (3) gebildet sind,
 - oder dass die Schichten (2) jeweils mindestens ein Versteifungselement (3) umfassen,
 - und insbesondere dass mindestens ein Versteifungselement (3) einer Schicht (2) mindestens ein Versteifungselement (3) einer anderen Schicht (2), insbesondere einer angrenzenden Schicht (2), überlappt.
3. Formelement (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass mehrere Versteifungselemente (3) übereinander liegend angeordnet sind und einen Stapel (4) bilden,
 - und dass ein Stapel (4) kammförmig in mindestens einen anderen Stapel (4) gesteckt ist, sodass die Versteifungselemente (3) des einen Stapels (4) zwischen die Versteifungselemente (3) des mindestens einen anderen Stapels (4) ragen.
4. Formelement (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass mindestens ein Stapel (4) in dem ersten Zustand des Formelements (1) durch mindestens eine Fixiervorrichtung (10), wie insbesondere durch mindestens eine Schraube, durch mindestens einen aufblasbaren Balg, durch mindestens einen aufblasbaren Ballon und/oder durch mindestens einen Luftkolben, zu einem Versteifungskörper (11) verbunden ist,
 - und dass der Versteifungskörper (11) kammförmig in mindestens einen anderen Stapel (4) und/oder Versteifungskörper (11) gesteckt ist, sodass die Versteifungselemente (3) des einen Versteifungskörpers (11) zwischen die Versteifungselemente (3) des anderen Stapels (4) und/oder Versteifungskörpers (11) ragen.
5. Formelement (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass die Versteifungskörper (11) im ersten Zustand entlang der Flächenerstreckung (7) ihrer Versteifungselemente (3) gegenübereinander bewegbar sind,
 - und dass die Versteifungskörper (11) im zweiten Zustand über die aneinandergespreßten Versteifungselemente (3) gegenüber einander fixiert sind.

6. Formelement (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Versteifungselemente (3) mindestens einer Schicht (2) beabstandet voneinander angeordnet sind,
 - und dass die Versteifungselemente (3) dieser Schicht über mindestens einen, insbesondere elastisch, verformbaren Verbindungskörper (9) verbunden sind.
7. Formelement (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Versteifungselemente (3) einer Schicht (2) beabstandet voneinander angeordnet sind, wodurch zwischen den Versteifungselementen (3) dieser Schicht (2) mindestens ein Zwischenraum (5) freigehalten ist,
 - und dass dieser Zwischenraum (5) der Schicht (2) entlang ihrer Flächenerstreckung (7) versetzt zu einem Zwischenraum (5) einer anderen Schicht (2), insbesondere der angrenzenden Schicht (2), angeordnet ist.
8. Formelement (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Versteifungselemente flexibel biegbare Flachkörper sind,
 - und/oder dass die Versteifungselemente einen Elastizitätsmodul im Bereich von 0,3 MPa bis einschließlich 30 MPa, insbesondere einen Elastizitätsmodul im Bereich von 1 MPa bis 3 MPa, aufweisen,
 - wobei die Versteifungselemente im zweiten Zustand des Formelements insbesondere druck- und zugfest sind.
9. Formelement (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass mindestens ein Versteifungselement (3) einer Schicht (2) im ersten Zustand des Formelements (1) gegenüber mindestens einem Versteifungselement (3) einer anderen Schicht (2) bewegbar angeordnet ist,
 - und dass diese Bewegung bevorzugt entlang der Flächenerstreckung (7) der jeweiligen Schicht (2) und/oder der Flächenerstreckung (7) des jeweiligen Versteifungselements (3) verläuft.
10. Formelement (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass mindestens ein Versteifungselement (3) einer Schicht (2) im zweiten Zustand des Formelements (1) mit mindestens einem Versteifungselement (3) mindestens einer anderen Schicht (2) zur Verfestigung des Formelements (1) verbunden ist,
 - und dass diese Verbindung bevorzugt quer, insbesondere normal, zu der Flächenerstreckung (7) der jeweiligen Schicht (2) und/oder der Flächenerstreckung (7) des jeweiligen Versteifungselements (3) erfolgt.
11. Formelement (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Versteifungselement (3) einer Schicht (2) mit mindestens einem Versteifungselement (3) einer anderen Schicht (2) im zweiten Zustand des Formelements (1) kraftschlüssig, insbesondere reversibel, verbunden ist.
12. Formelement (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Versteifungselement (3) zur kraftschlüssigen Verbindung eine Struktur und/oder eine Beschichtung, insbesondere eine Gummi- und/oder Polyurethanbeschichtung, aufweist.
13. Formelement (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass mindestens ein Versteifungselement (3) streifenförmig, plattenförmig, kreisförmig, kreuzförmig, dreieckig, viereckig, vieleckig und/oder sternförmig ausgebildet ist,
 - oder dass alle Versteifungselemente (3) streifenförmig, plattenförmig, kreisförmig, kreuzförmig, dreieckig, viereckig, vieleckig und/oder sternförmig ausgebildet sind.
14. Formelement (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass zur Führung mindestens eines Versteifungselements (3) eine Führungsvorrichtung (6) vorgesehen ist,
 - und dass durch die Führungsvorrichtung (6) die Relativbewegung des Versteifungselements (3) nur entlang einer Richtung ermöglicht und wobei die Richtung der Flächenerstreckung (7) der jeweiligen Schicht (2) folgt.

15. Formelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Schicht (2), insbesondere die an dem Beton anliegende Schicht (2) des Formelements (1), eine größere Biegesteifigkeit aufweist als die anderen Schichten (2).
16. Formelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichten (2), insbesondere die Versteifungselemente (3), von einer luftdichten Hülle, insbesondere einer Gummihülle, einer Latexhülle oder einer Polyurethanhülle, umgeben sind.
17. Anordnung mindestens eines Formelements (1) an einer Unterkonstruktion (8) zur Bildung zumindest eines Teils einer Schalung für ein Betonteil,
 - wobei die Unterkonstruktion (8) aus einem Traggerüst gebildet ist oder die Unterkonstruktion (8) ein Traggerüst umfasst,
 - wobei das mindestens eine Formelement (1) über mindestens eine Verbindungsvorrichtung mit der Unterkonstruktion (8) verbunden ist,
 - und wobei mindestens eine Vorrichtung, insbesondere mindestens eine Vakuumpumpe, vorgesehen ist, durch welche das mindestens eine Formelement (1) von seinem ersten Zustand in seinen zweiten Zustand bringbar ist,**dadurch gekennzeichnet**,
 - dass das mindestens eine Formelement (1) ein Formelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16 ist.
18. Verfahren zur Bildung zumindest eines Teiles einer Schalung für ein Betonteil mit einem Formelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, umfassend folgende Schritte:
 - Bringen des Formelements (1) in eine vorab definierte Form, wobei sich das Formelement (1) während des Verformens in seinem ersten Zustand befindet,
 - Bringen des Formelements (1) in seinem zweiten Zustand, insbesondere durch Absaugen der Luft aus der luftdichten Hülle mit einer Vakuumpumpe, wodurch die Schichten (2) des Formelements (1) zur Verfestigung des Formelements (1) miteinander, insbesondere reversibel, verbunden werden.

Hierzu 8 Blatt Zeichnungen

1/8

Fig. 1a

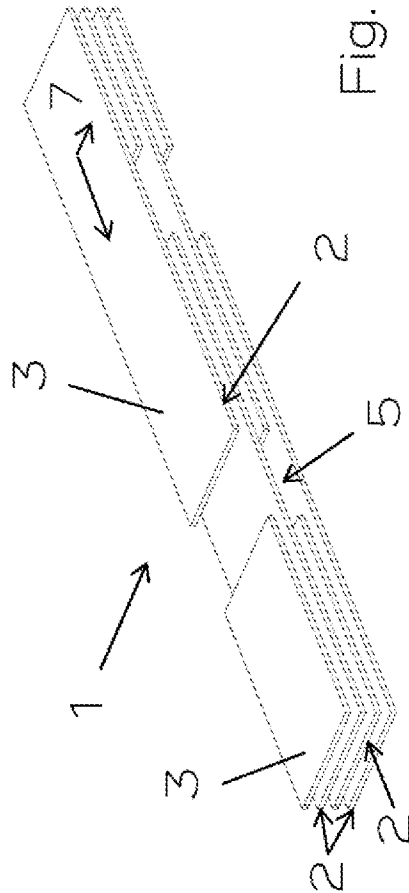


Fig. 1b

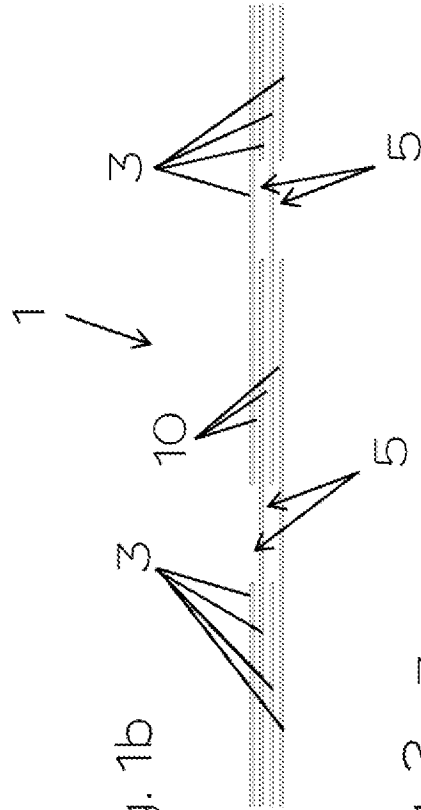


Fig. 2

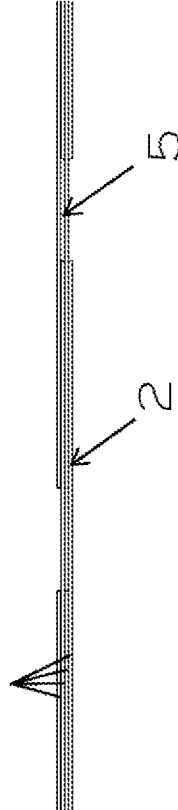
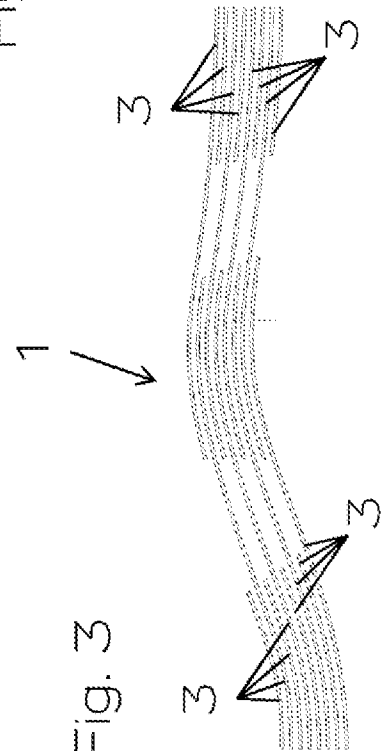


Fig. 3



2/8

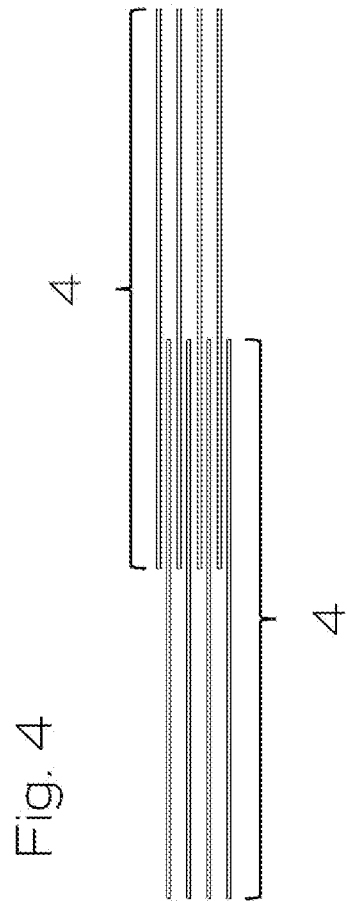


Fig. 5a

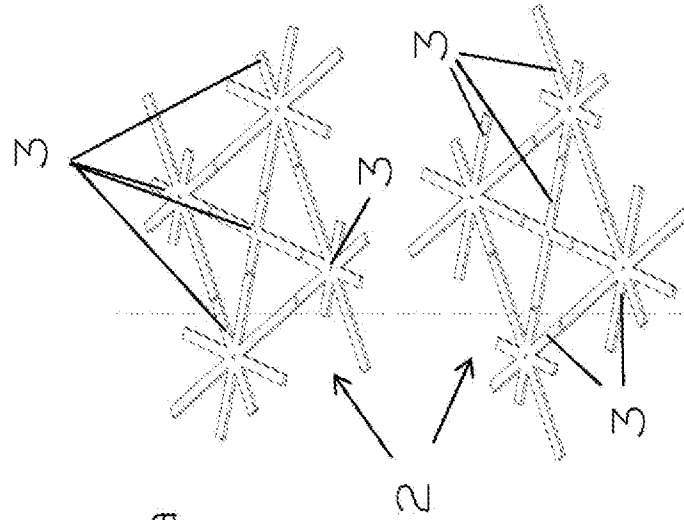
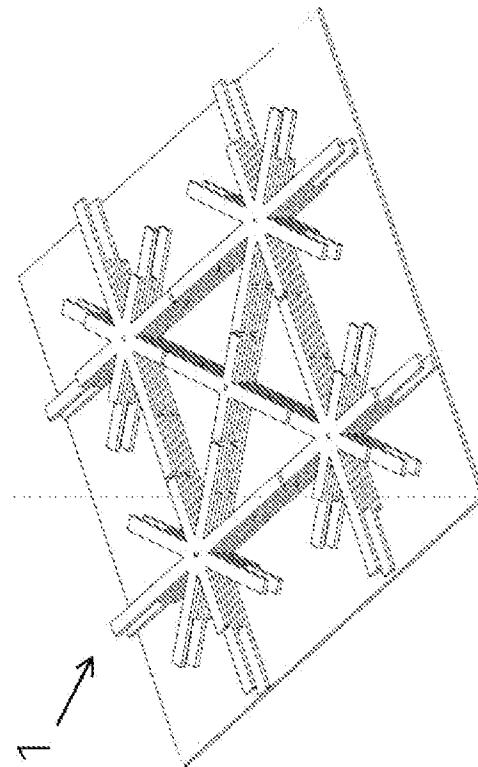


Fig. 5b



3/8

Fig. 5c

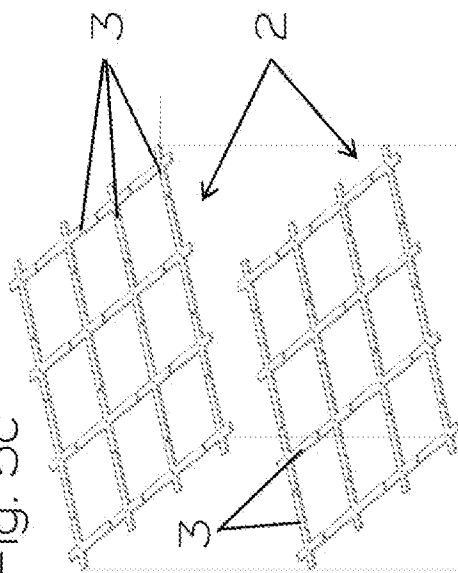


Fig. 5d

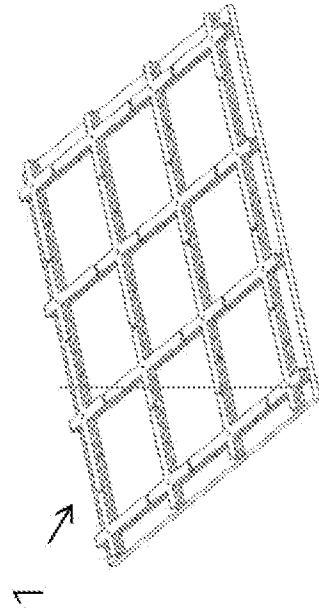


Fig. 5e

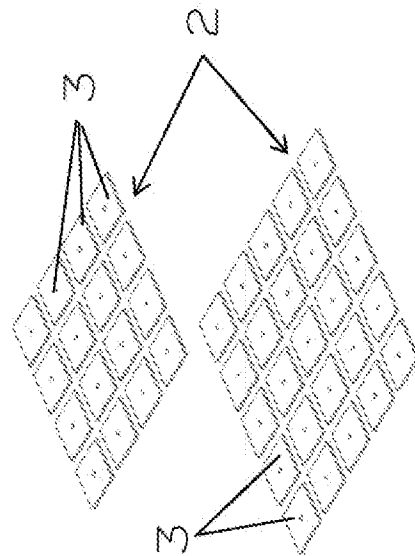
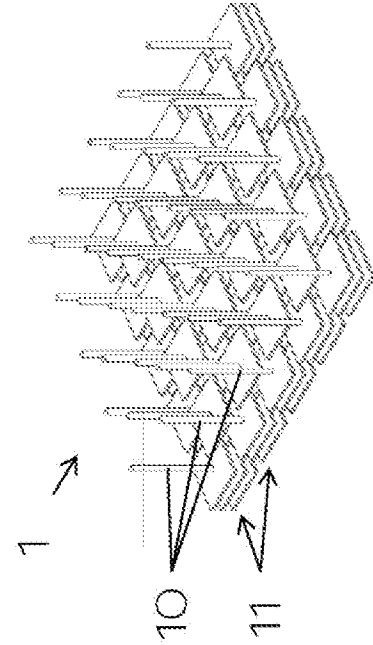


Fig. 5f



4/8

Fig. 6a

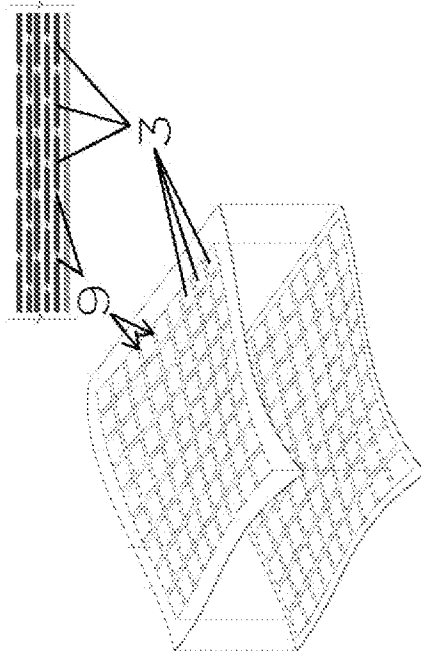


Fig. 6b

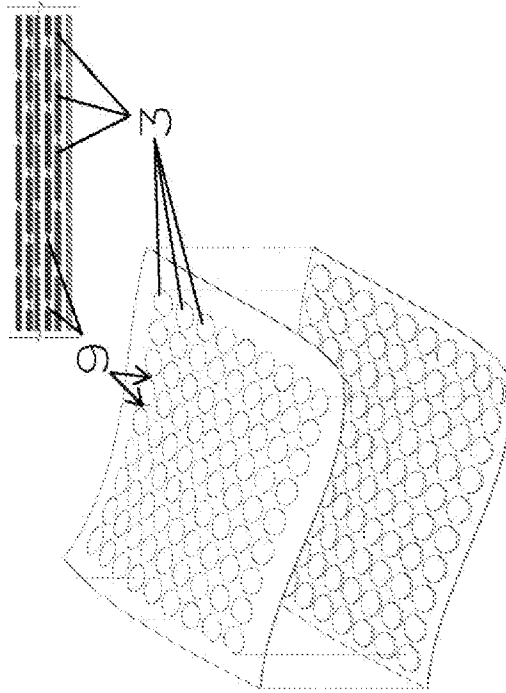
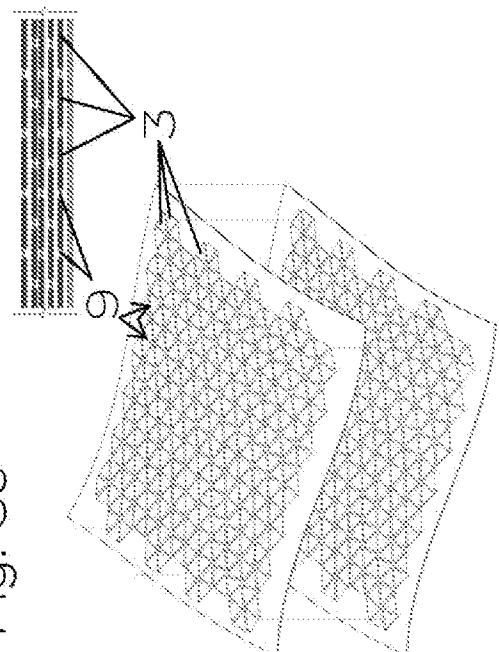


Fig. 6c



5/8

Fig. 7a

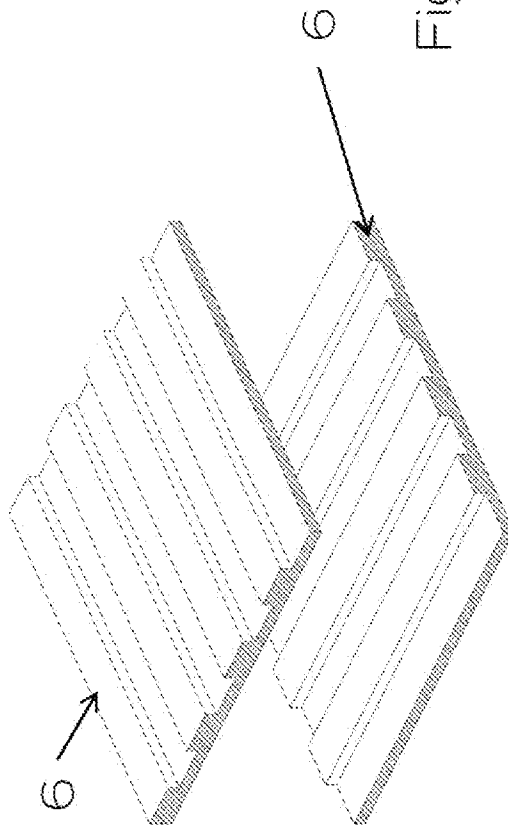
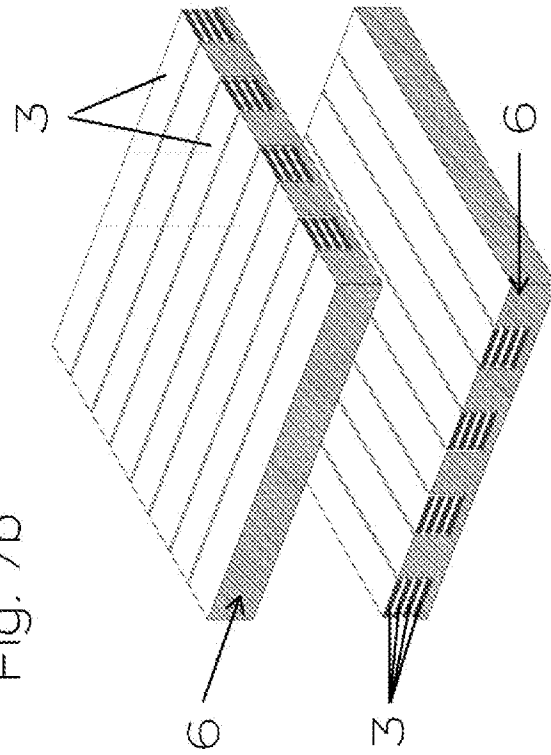


Fig. 7b



6/8

Fig. 8a

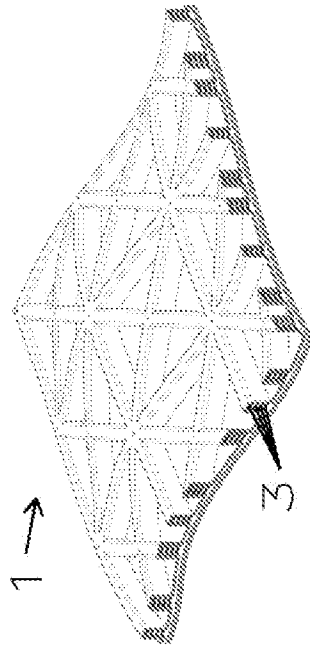
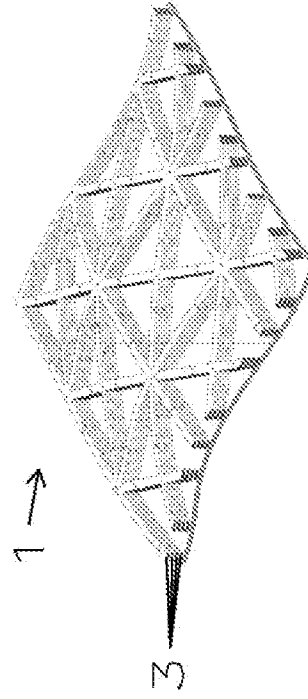
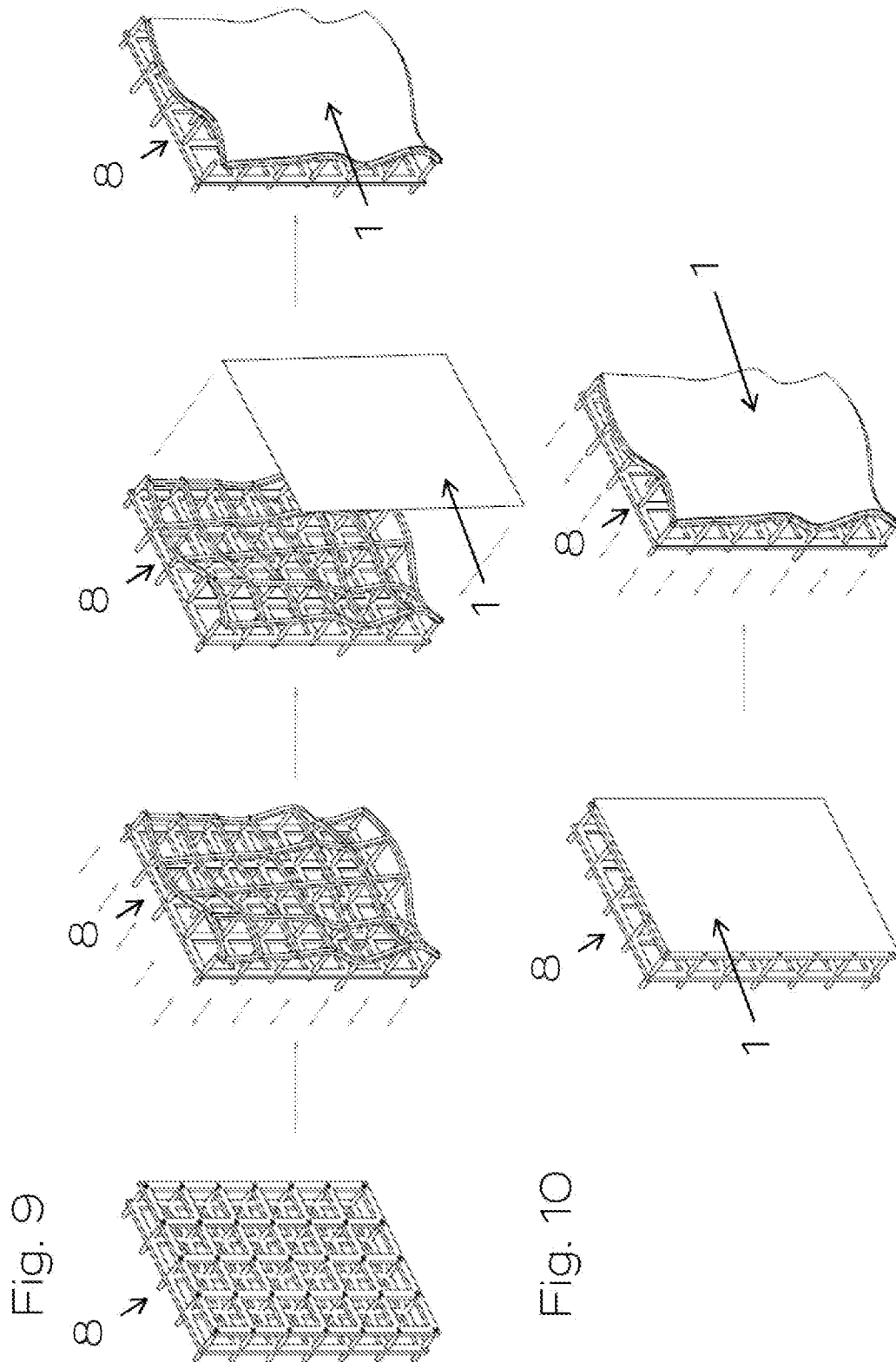


Fig. 8b



7/8



8/8

Fig. 11a

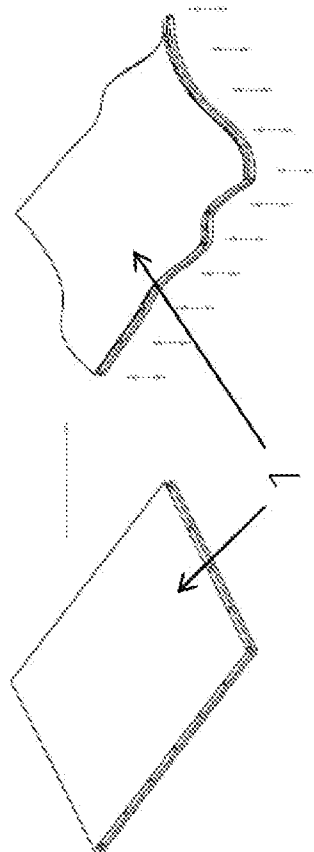


Fig. 11b

