

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 246/2010
(22) Anmeldetag: 17.02.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2012

(51) Int. Cl. : **B28B 7/32** (2006.01)
E04G 11/04 (2006.01)
E04B 1/32 (2006.01)
E04B 7/10 (2006.01)
B29D 25/00 (2006.01)

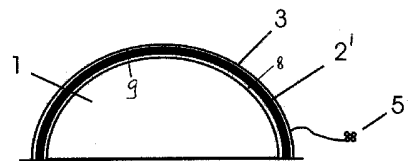
(56) Entgegenhaltungen:
DE 3132863A1

(73) Patentinhaber:
ORGANOID TECHNOLOGIES OG
A-6473 WENNS (AT)

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR HERSTELLUNG VON IN EINER UND/ODER ZWEI RAUMRICHTUNG(EN) GEKRÜMMTEN BAUTEILEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Herstellung von gekrümmten bzw. gewölbten Platten bzw. Schalen (2), wobei ein, die zukünftige Platte bildendes, aushärtbares Rohmaterial (2') auf zumindest Teilbereiche einer gekrümmten Außenfläche (6) einer Innenform (1) aufgebracht wird, wobei anschließend eine luftdichte Außenhülle (3) über zumindest einen Teilbereich, vorzugsweise über die gesamte Fläche, des Rohmaterials (2') gelegt wird, sodass zwischen der Außenhülle und der Innenform bzw. dem Rohmaterial ein evakuierbarer Zwischenraum (8) ausgebildet wird, dass der Zwischenraum (8), insbesondere auf einen absoluten Druck von $\leq 0,7$ bar, evakuiert wird und das Rohmaterial (2') dann ausgehärtet bzw. verfestigt wird.

Fig. 4



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von in einer Raumrichtung und/oder in zwei Raumrichtungen gekrümmten platten- bzw. schalenartigen Bauteilen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, weiters eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens sowie gekrümmte bzw. gewölbte Platten bzw. Schalen als Erzeugnisse erhältlich mit diesem Verfahren.

[0002] Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Konstruktions- bzw. Bautechnik und befasst sich mit der Herstellung von gekrümmten Formelementen bzw. Freiformen. Gerade in jüngster Zeit werden derartige organisch anmutende, geschwungene bzw. gewölbte Formelemente bei der äußeren Verschalung oder Gestaltung von repräsentativen Gebäuden, Gebäudeteilen oder bei anderen Konstruktionen gerne eingesetzt, da derartig organisch gekrümmte Formen eine natürliche Schönheit und Eleganz ausstrahlen. Allerdings ist das Erstellen von räumlich gekrümmten Schalungsformen konstruktiv aufwändiger und teurer als die Verwendung von geraden Elementen bzw. die Errichtung von herkömmlichen quaderförmigen Gebäuden.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind diverse Verfahren bekannt, mit denen gewölbte Platten bzw. Konstruktionen gefertigt werden können:

[0004] Bei der Spantenbauweise werden beispielsweise aus vielen Segmenten bestehende Stahlkonstruktionen errichtet, die anschließend mit gekrümmten Platten, beispielsweise aus Kunststoff oder Glas, bedeckt werden. Ein solches Verfahren ist allerdings sehr aufwändig und die Konstruktion ist teuer und materialintensiv.

[0005] Weiters ist es bekannt, Freiformen durch Biegen und Umformen von ursprünglich ebenen Platten zu erzeugen. Dieses Verfahren wird insbesondere bei Metallkonstruktionen eingesetzt und setzt voraus, dass die Platten zerstörungsfrei gewölbt werden können.

[0006] Weiters ist es bekannt, Polymerschmelzen auf negativ gekrümmte Innenformen aufzubringen, um auf diese Weise gewölbte Abdrücke zu erhalten.

[0007] Auf dem Gebiet der Architektur ist außerdem ein Verfahren bekannt, mit dem räumlich gekrümmte Schalungselemente unter Verwendung von pneumatisch gestützten Formen, beispielsweise aufblasbaren Ballons, gefertigt werden können. Dabei wird eine flüssige Betonmasse auf die Außenfläche der aufgeblasenen Form aufgebracht und erhärtet dort. Nach Entfernung der Innenform, bleibt eine in der Regel kuppelförmig gewölbte und dadurch tragfähige dünnwandige Betonkonstruktion stehen.

[0008] Dieses Verfahren wurde in verschiedener Weise weiterentwickelt, beispielsweise durch die Einbringung von besonderen Bewehrungen, die Aufbringung von Kunststoffschäumen auf die Innenseite der Form od. dgl.

[0009] Bei all diesen Verfahren liegt ein kritischer Punkt darin, das Material in flüssiger bzw. breiiger Form so auf die Außenfläche der Form aufzubringen, dass es auch auf der Form verbleibt und nicht abrinnt oder abtropft und außerdem gut, fest und homogen aushärtet. Es dürfen sich dabei keine Spannungsrisse bilden und es müssen Parameter, wie die Wärmeleitfähigkeit, die Festigkeit und andere statische Parameter, beachtet werden.

[0010] Weiters ist festzuhalten, dass in der DE 3132863 A1 ein Verfahren zur Herstellung von offenen oder geschlossenen Behältern mit jeweils unterschiedlicher gekrümmter oder gewölbter Gestalt beschrieben ist. Auf eine letztlich aufgeblasene Folien-Schalung wird außen frischer, Fasern enthaltender Beton aufgespritzt, und es folgt dann das übliche Aushärten, allerdings ohne jegliche sonstige Unterstützung, also ohne eine Verdichtung des Betons und nicht unter raschem Wasserentzug aus demselben.

[0011] Aus dem Buch "Beton; Arten, Herstellung und Eigenschaften; Peter Grübl, Helmut Weigler, Sieghart Karl; 2. Auflage; 2001; Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin" geht hervor, dass einem eingebauten und offenbar schon vorher verdichteten "Frischbeton" ein Teil des ihm innenwohnenden Wassers entzogen wird, und zwar

mittels Unterdruck, welcher an der Betonoberfläche durch "Vakuumteppiche, -matten, -tafeln oder Schalungen" oder im Inneren des Betons durch "Vakuumnadeln" erzeugt wird. Dieser Angabe allein ist jedoch die tatsächliche, konkrete Durchführung der genannten Unterdruck-Behandlung nicht entnehmbar.

[0012] Die konkrete Durchführung zeigt jedoch die Seite 216 dieses Buches völlig eindeutig, und aus derselben wird der wesentliche Inhalt dieser Literatur klar:

[0013] Zumindest zwei der dortigen - den Wasserentzug von der Oberfläche des Frischbetons erläuternden - vier Abbildungen ist völlig eindeutig zu entnehmen, dass dort bloß ebene - also keineswegs gekrümmte oder gewölbte - Platten oder Schalen bildende Beton-Formteile hergestellt werden, wobei verständlicherweise eine ebenfalls nur ebene und weiters ganz eindeutig rigide Vakuumschalung, die in einem Abstand von der ebenen Frischbeton-Oberfläche angeordnet ist, Einsatz findet.

[0014] Irgend ein Hinweis, dass Bauteile mit innen und außen gekrümmter oder gewölbter Oberfläche auf ähnliche Weise hergestellt werden könnten, ist dort nicht zu entnehmen, und es ist dort auch nicht die geringste diesbezügliche Andeutung dahingehend enthalten, wie eine ja unbedingt rigide, entsprechend gekrümmte Gestalt aufweisende Vakuumschalung konkret auszuführen ist.

[0015] Darüber hinaus zeigen die beiden genannten Figuren, dass zwischen der ebenen Vakuumschalung und der ebenen Frischbeton-Oberfläche ein Filter-Material angeordnet ist, das offenbar als Vakuumteppich oder Vakuummatte, wie dies auf Seite 216 genannt ist, fungiert, der bzw. die ganz offensichtlich zumindest langsam luft- und wasserdampfdurchstrombar ist, so dass ein Teil des im Frischbeton von seiner Bereitung her vorhandenen Wassers über den Vakuumstutzen abziehbar ist. Hinzuweisen ist ergänzend auf Seite 218, des genannten Buches wo eindeutig von einfache Form aufweisenden Bauteilen und von "Filtern" die Rede ist.

[0016] Es ist dort weiters von einem möglichen Einsatz einer an eine dreidimensional gekrümmte oder gewölbte Außenfläche angepassten und vor allem einer sich an dieselbe beliebig anpassenden, flexiblen luftdichten Folie als Vakuumschalung nirgends die Rede.

[0017] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein Verfahren zu schaffen, mit dem auf einfache und kostengünstige Weise, konstruktiv und statisch günstige und gleichzeitig individuell formbare gewölbte Platten bzw. Schalen und Freiformen hergestellt werden können.

[0018] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0019] Dabei ist vorgesehen, dass nach dem Aufbringen des Rohmaterials auf die Außenfläche einer Innenform, eine luftdichte Außenhülle über zumindest einen Teilbereich, vorzugsweise über die gesamte Fläche, des Rohmaterials gelegt wird, sodass zwischen der Außenhülle und der Innenform bzw. dem Rohmaterial ein evakuierbarer Zwischenraum ausgebildet wird. Dieser Zwischenraum wird, insbesondere auf einen absoluten Druck von $< 0,7$ bar, evakuiert und das Rohmaterial wird dann ausgehärtet bzw. verfestigt.

[0020] Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens ist einerseits die freie Gestaltung von individuellen und außergewöhnlichen Freiformen möglich, da die Form der Innenform bzw. der Außenhülle nahezu beliebig variiert werden kann. Auch in der Dimensionierung sind keine Grenzen gesetzt und das Verfahren kann sowohl für kleinflächige Schalungselemente zum Verkleiden von Gebäudefassaden als auch für großflächige Dachkonstruktionen oder ganze Gebäude eingesetzt werden.

[0021] Das Verfahren kann schnell und kostengünstig geführt werden und baustellenseitig leicht eingerichtet werden. Dadurch herrscht große Flexibilität beim Einsatz. Außerdem sind die für das Verfahren notwendigen Bestandteile leicht und ohne Aufwand zu transportieren, aufzubauen und wieder abzubauen.

[0022] Die Aufbringung der Außenhülle sorgt für einen Schutz des Rohmaterials in der Phase der Aushärtung bzw. Verfestigung. Insbesondere wird das Rohmaterial vor äußeren Witterungseinflüssen geschützt, wie beispielsweise Regen, Hagel oder Sandstürmen. Solche Ein-

flüsse können das Aussehen, die Form und/oder die Oberfläche des Materials beeinträchtigen oder beschädigen. Schlimmstenfalls wird dadurch der Aushärtungsvorgang empfindlich verlängert oder abschnittsweise unterbunden, wodurch Fehlstellen in der Matrix entstehen, die die Statik und strukturelle Integrität beeinträchtigen. Die Außenhülle gewährt somit ein sicheres, gleichförmiges, geschütztes Aushärten des Materials bei möglichst konstanten Bedingungen.

[0023] Zusätzlich wird beim erfindungsgemäßen Verfahren ein Vakuum angelegt, sodass das Rohmaterial zusätzlich verfestigt wird. Auch werden dadurch störende Lufteinschlüsse entfernt bzw. vermindert, wodurch sich das Material vergleichmäßig bzw. homogener wird und sich dessen Dichte erhöht.

[0024] Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich freitragende, kältebrückenfreie, großflächige Elemente mit hoher struktureller Integrität auch in großen Stückzahlen fertigen.

[0025] Vorteilhafte Weiterentwicklungen des Verfahrens werden durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche beschrieben:

[0026] So ist es vorteilhaft möglich, die Innenform und gegebenenfalls die Außenhülle nach dem Aushärten des Rohmaterials wieder zu entfernen, wie dem Anspruch 2 zu entnehmen. Die Innenform kann dadurch beliebig oft wiederverwendet werden. Überdies schafft die Außenfläche der Innenform meist entweder eine schöne glatte oder anders strukturierte Oberfläche auf der Innenseite des gewölbten Rohmaterials bzw. der daraus gebildeten Platte und ist eine Entfernung der Innenform auch aus diesen Gründen vorteilhaft. Auch die Außenhülle kann entfernt und somit wieder verwendet werden.

[0027] Alternativ kann gemäß Anspruch 3 aber auch vorgesehen sein, dass die Außenhülle nach dem Aushärten des Rohmaterials in dieser Position belassen wird und mit der Platte fest verbunden bleibt. Die Außenhülle dient in diesem Fall als zusätzlicher Schutz der Platte oder zu optischen bzw. Reklame-Zwecken.

[0028] Zunehmend wird Wert auf umweltfreundliches und ökologisches Bauen und auch auf die Verwendung von ökologisch abbaubaren Materialien gelegt. Gleichzeitig müssen diese Materialien jedoch die statischen Normen erfüllen und auch insbesondere hinsichtlich Wärmeleitfähigkeit gewisse Mindestwerte aufweisen.

[0029] In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn, wie gemäß Anspruch 4 vorgesehen ist, das Rohmaterial bzw. die Platten, vorzugsweise ausschließlich, aus einem Faserverbundmaterial, enthaltend Naturfasern bestehen, und insbesondere frei sind von nicht biologisch abbaubaren Bestandteilen. Zwar ist es auch möglich, künstliche Fasern, beispielsweise Glas- oder Carbonfasern, einzusetzen, bei der Verwendung von Naturfasern erhält man jedoch die Vorteile der biologischen Abbaubarkeit, der leichten Verfügbarkeit als landwirtschaftliches Nebenprodukt und der Verminderung des Treibhauseffektes. Als Naturfasern werden beispielsweise Stroh aus Getreide, Hanf oder Zuckerrohr eingesetzt. Die Fasern sind vorteilhafterweise aufgeschlossen, besitzen eine große Oberfläche und weisen einen geringen Staubanteil auf.

[0030] Um die Eigenschaften des Rohmaterials und der Platten zu beeinflussen, ist es vorteilhaft, wenn, wie gemäß Anspruch 5 vorgesehen, das Rohmaterial bzw. die Platten weitere Füllstoffe und/oder zumindest ein unter Luftabschluss bzw. unter verringertem Luftdruck aushärtendes Bindemittel enthalten. Als derartige Bindemittel kommen beispielsweise Polymere, z.B. Polyvinylacetate, Leime, Harnstoffharze, Wasserglas od. dgl. in Frage.

[0031] Um eine hohe Festigkeit der neuen Bauteile, kombiniert mit einer optisch ansehnlichen Außen- und Innenseite zu erreichen, kann die Aufbringung des Rohmaterials in mehreren Schichten erfolgen, wobei insbesondere die jeweils an den späteren Sichtseiten außenliegenden Schichten kürzere Fasern enthalten und die innenliegenden Schichten längere Fasern zur Stabilisierung, wie dies aus dem Anspruch 6 hervorgeht.

[0032] Eine alternative oder ergänzende Verfahrensführung, welche dem Anspruch 7 zu entnehmen ist, sieht vor, dass das Rohmaterial biegsame flexible, gegebenenfalls in einem aushärtbaren Kunstharz getränkte, Schläuche und/oder stabförmige Elemente bzw. Stäbe enthält

bzw. aus solchen Schläuchen besteht, wobei dieselben mit der Aushärtung starr und steif werden. Die Schläuche oder Schlauchsegmente können manuell auf die Trennschicht der Innenform aufgelegt werden, wobei die Innenform bereits vollflächig mit dem Bindemittel einspritzt ist. Nach dem Auflegen der Schläuche wird die Außenhülle innen mit Bindemittel benetzt und über das Konstrukt gezogen. Durch die Evakuierung des Zwischenraums entsteht nun eine sandwichtartige Struktur, bei dem die Innenform und Außenhülle mit den ausgehärteten Schläuchen einen festen Verbund eingeht.

[0033] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Verfahrensführung, siehe Anspruch 8, ist vorgesehen, dass die Außenhülle zuerst berührend auf das Rohmaterial bzw. die Innenform aufgelegt wird, und, insbesondere nach der Evakuierung, vorzugsweise vollflächig, am Rohmaterial bzw. an der Innenform anliegt. Diese Methode ist sehr einfach und kann schnell auch von nicht eingeschulten Fachkräften baustellenseitig vorgenommen werden. Dadurch übt der Umgebungsdruck nach der Evakuierung eine hohe Kraft auf das im Zwischenraum befindliche Rohmaterial aus, wodurch es zu einer Erhöhung der Festigkeit der Platte kommt. Diese Festigkeitserhöhung kann auf sehr einfache Weise erzielt werden, da dafür lediglich eine Vakuumpumpe für die Evakuierung des Zwischenraumes erforderlich ist.

[0034] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann gemäß Anspruch 9 vorgesehen sein, dass die Außenhülle eine flexible, gegebenenfalls elastische, Plane ist. Eine solche Plane ist leicht und einfach über die Innenform bzw. das Rohmaterial zu ziehen.

[0035] Die Außenhülle ist dabei, für die Anforderung ausreichend, luftdicht ausgeführt und kann auch mehrteilig sein, sofern zwischen den einzelnen Teilen eine ausreichend luftdichte Verbindung gegeben ist. Zwischen der Gebäudehülle und der Außenhülle kann auch eine Trennschicht eingesetzt werden. Die Innenseite der Außenhülle kann mit Rippen oder mit einem anderen Muster versehen sein, um eine gleichmäßige Luftbewegung bei der Absaugung zu gewährleisten, oder um eine Struktur auf die noch weiche Gebäudehülle einzuprägen.

[0036] Alternativ kann gemäß Anspruch 9 weiters vorgesehen sein, dass die Außenhülle eine starre und biegungssteife Form besitzt, vorzugsweise mit ähnlicher, gegebenenfalls gleicher, Krümmung wie die Außenfläche der Innenform, und dass die Innenfläche der Außenhülle und die Außenfläche der Innenform vorzugsweise zueinander im Wesentlichen parallel ausgerichtet werden bzw. sind. Eine solche Außenhülle bietet einen besseren mechanischen Schutz gegen äußere Einflüsse, erlaubt eine Begehbarkeit und wird insbesondere bei sensiblen Rohmaterialien eingesetzt.

[0037] Die wie vorher genannte Außenhülle kann auch grafisch gestaltet werden und z.B. mit einem Firmenlogo versehen werden. Auch kann die Außenhülle schnell und einfach ausgetauscht werden, um als variabler Werbeträger mit leicht austauschbaren Werbebotschaften zu fungieren. So kann z.B. nach einer gewissen Zeit die Vakuumpumpe kurz abgeschaltet werden, eine neue Werbebotschaft auf die Außenhülle aufgebracht werden und dann der Zwischenraum wieder evakuiert werden. Die Vakuumpumpe kann dabei mit einem Vakuummeter mit Druckschalter angesteuert sein, um ein Durchlaufen der Pumpe zu vermeiden. Wenn die Außenhülle und die Abdichtung luftdicht ausgeführt werden kann, kann die Be- und Entlüftung mittels eines verschließbaren Ventils erfolgen.

[0038] Es können weiters auch mehrere Außenhüllen übereinander bzw. nacheinander auf die Innenform gelegt werden, beispielsweise eine erste innere Außenhülle, die direkt auf dem Rohmaterial bzw. auf der Außenfläche der Innenform aufliegt und eine zweite äußere Außenhülle, die, teilweise oder vollflächig, auf der Außenseite der ersten inneren Außenhülle aufliegt. Die zweite Außenhülle kann lösbar bzw. abnehmbar an der ersten Außenhülle befestigt werden oder beispielsweise am Boden abgespannt sein.

[0039] Eine vorteilhafte Lösung kann sich dadurch ergeben, dass zwischen der ersten und der zweiten Außenhülle ein weiterer Zwischenraum ausbildbar ist, der ebenfalls evakuierbar ist. Nach entsprechender Evakuierung haftet die zweite Außenfläche an der ersten bzw. wird durch den Umgebungsdruck dieselbe angedrückt. Auf diese Weise kann die zweite Außenhülle

schnell und einfach ausgewechselt werden, beispielsweise, wenn man eine Werbebotschaft austauschen will. Dabei bleibt die erste Außenhülle unangetastet und das Rohmaterial kann in Ruhe aushärten. Für eine sichere, feste Haftung der zweiten Außenhülle an der ersten reicht ein gegenüber dem äußeren Umgebungsdruck um etwa 10 mbar verminderter Druck im Zwischenraum zwischen den beiden Außenhüllen.

[0040] Um eine möglichst leichte Ablösung der Innenform von der ausgehärteten Platte zu ermöglichen, ist es gemäß Anspruch 10 vorteilhaft, wenn auf der Außenfläche der Innenform eine Trennschicht, insbesondere eine Anti-Haft-Beschichtung, aufgebracht wird bzw. vorgesehen ist.

[0041] Insbesondere in diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn zumindest Teilbereiche der Innenfläche der Außenhülle vor dem Auflegen auf die Innenform bzw. Trennschicht mit einem Klebe- bzw. Bindemittel benetzt werden, wie dies dem Anspruch 11 zu entnehmen ist.

[0042] Weiters kann, wie dem Anspruch 12 zu entnehmen, vorgesehen sein, dass, insbesondere vor der Aushärtung des Rohmaterials und der Aufbringung der Außenhülle, im auf die Innenform aufgetragenen Rohmaterial elektrische, hydraulische und/oder Wasser- Leitungen, Rohre, Schläuche, Leerrohre, Aussparungen, Verstärkungs- bzw. Versteifungselemente, beispielsweise Bänder oder Seile, Verbindungselemente und/oder kraftaufnehmende Vorrichtungen eingebracht bzw. ausgeformt werden. Auf diese Weise können fertige Module oder Einheiten schnell und einfach hergestellt werden. Durch diese eingearbeiteten Elemente kann eine vorteilhafte kraftschlüssige Verbindung mit einem Fundament bzw. mit dem nächsten Bauteil erfolgen.

[0043] Eine bevorzugte Aufbringungsmethodik gemäß Anspruch 13 sieht vor, dass die Fasern mit dem Bindemittel bereits vor der Aufbringung intensiv vermischt werden. Alternativ kann die Mischung der Fasern mit dem Bindemittel erst unmittelbar vor dem Kontakt mit der Außenfläche der Innenform erfolgen.

[0044] Weiters ist Gegenstand der Erfindung, welcher die Aufgabe derselben erfüllt und löst, eine besondere Anordnung zur Durchführung des obigen Verfahrens, wie sie dem Anspruch 14 zu entnehmen ist. Diese Anordnung umfasst die oben beschriebene Innenform mit einer in einer Raumrichtung und/oder in zwei Raumrichtungen gekrümmten Außenfläche, und weiters die, über zumindest einen Teilbereich, vorzugsweise über die gesamte Fläche, der Außenfläche der Innenform auflegbare, oben beschriebene Außenhülle. Auf zumindest Teilbereiche der Außenfläche der Innenform ist ein, die zukünftige Platte oder Schale bildendes, aushärtbares Rohmaterial aufbringbar und zwischen der Außenhülle und der Innenform ist ein, insbesondere auf einen absoluten Druck von kleiner oder gleich 0,7 bar, evakuierbarer Zwischenraum ausbildbar.

[0045] Eine solche Anordnung ist leicht und einfach zu transportieren, zu errichten und wieder abzubauen und gewährleistet die einleitend erwähnte freie und vielfältige Formgestaltung der Platten sowie die Erreichung einer statisch festen und vorteilhaften Platte.

[0046] In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn, wie gemäß Anspruch 15 vorgesehen, die Innenform eine pneumatisch gestützte bzw. vorgespannte bzw. durch inneren Überdruck stabilisierte Membran ist bzw. als flexibler, volumensveränderlicher Hohlkörper, der durch Einbringung eines Mediums seine Steifigkeit erhält, ausgebildet ist, insbesondere in Form einer nahezu luftdichten Hülle. Im Inneren der Innenform wird ein Innenüberdruck angelegt, wodurch vorzugsweise eine Druckdifferenz im Vergleich zum aktuellen äußeren Umgebungsdruck von ≥ 5 mbar, insbesondere ≥ 30 mbar, herrscht.

[0047] In weiterer Folge wird unter der Bezeichnung Innenüberdruck bzw. Überdruck im Inneren der Innenform der relativ zum Atmosphärendruck bzw. Luftdruck bzw. Umgebungsdruck außerhalb der Innenform gemessene Differenzdruck in mbar verstanden.

[0048] Der technisch mögliche Innenüberdruck ist auch abhängig von der Größe der Innenform. Beispielsweise liegt der Innenüberdruck bzw. Differenzdruck zum Umgebungsdruck bei einem ellipsoiden Hohlkörperdurchmesser von 8 m in der Größenordnung von 5 bis 30 mbar. Durch die Verwendung hochfester textiler Materialien kann der Innenüberdruck auch erhöht werden. Bei mast- bzw. rohrförmigen Elementen mit etwa 0,5 m Durchmesser kann der Innenüberdruck

auch in der Größenordnung von 500 bis 1000 mbar liegen.

[0049] Durch die Verwendung derartiger Innenformen lässt sich die Innenform mehrmals wiederverwenden und es können individuelle Freiformen geschaffen werden.

[0050] Nachfolgend sind weitere Ausführungsformen der neuen Anordnungen beschrieben.

[0051] So ist es vorteilhaft, wenn, wie dem Anspruch 16 zu entnehmen, bei einer Anordnung zur Durchführung des neuen Verfahrens vorgesehen ist, dass die Außenfläche der Innenform in jedem Punkt, nach außen hin konvex gekrümmt ist. Auf diese Weise kann beispielsweise ein Gebäude bereits in seiner ursprünglichen Ausrichtung bzw. Lage errichtet werden und braucht nicht nach Aushärtung aus einer Form gekippt oder gestürzt zu werden. Dies ist insbesondere bei dünnwandigen, zerbrechlicheren Konstruktionen vorteilhaft.

[0052] Auch ist es möglich, dass Teilbereiche der Außenfläche nach außen hin konkav gekrümmt ausgebildet sind. Derartige konkave Einbuchtungen bzw. Senken können beispielsweise durch nach unten gerichtetes Abspannen von Teilbereichen der Innenform mit Seilen, Spanngurten, Spannvorrichtungen od. dgl. ausgebildet werden. Auf diese Weise können auch wellenförmige bzw. in Teilbereichen trichterförmige Konstruktionen erreicht werden.

[0053] Es ist weiters vorteilhaft, wenn wie dem Anspruch 17 zu entnehmen, an die Innenform ein Gebläse bzw. eine Pumpe anschließbar ist, über das bzw. die das Medium in die Innenform einbringbar ist bzw. über das der absolute Innendruck bzw. der Innenüberdruck in der Innenform kontinuierlich und laufend veränderbar ist. Auf diese Weise ist die Innenform auch nicht hermetisch gegen die Umgebung abgeschlossen, sondern es kann der Innendruck variiert und optimiert werden. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn durch Sonneneinstrahlung oder durch bei der Aushärtung des Rohmaterials entstehende Wärmeentwicklungen Temperaturschwankungen entstehen, wodurch sich die Innenform in ihrem Volumen und ihrer Größe verändern würde und sich dadurch Spannungsrisse in der Platte oder Schale bilden könnten.

[0054] Alternativ kann jedoch in gewissen Fällen auch eine hermetisch abgeschlossene Innenform vorgesehen sein, die insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn die Innenform nur einmal verwendet wird, nur kurzzeitig im Einsatz ist und/oder bei Verfahren ohne nennenswerte Temperaturschwankungen eingesetzt wird.

[0055] Eine vorteilhafte Weiterentwicklung der neuen Anlage ist gemäß Anspruch 18 dadurch gekennzeichnet, dass die Außenfläche der Innenform und/oder die Trennschicht mit einer Oberflächenstruktur, beispielsweise einem Muster oder mit Entformungs-Rippen, versehen ist. Dadurch können optisch attraktive Oberflächengestaltungen, aber auch zweckmäßige Ausnehmungen, Ausformungen od. dgl. ausgebildet werden, beispielsweise Kabelkanäle od. dgl. Auch wird dadurch, beispielsweise durch umlaufende Rippen, ein Abrutschen bzw. Abgleiten des noch weichen Rohmaterials an den steileren Bereichen der Innenform verhindert.

[0056] Die später allenfalls benötigten Grundinstallationen können, wie oben kurz erwähnt, bereits direkt in das Rohmaterial, beispielsweise eine zukünftige Gebäudehülle, eingelegt werden, z.B. Versorgungs- und Abwasserleitungen, Leerrohre od. dgl., die dann im Zuge der Aufbringung des restlichen Rohmaterials fest in dasselbe eingeschlossen werden. In das Rohmaterial können, über die komplette Konstruktion verteilt, besonders jedoch an mechanisch belasteten Stellen, Zug- und Druckkräfte aufnehmende Elemente integriert werden. Diese Elemente können aus verschiedenen Materialien, z.B. aus Stahl, Aluminium, Holz oder Kunststoffen, bestehen und werden vorzugsweise während der Herstellung der Platte eingearbeitet. Alternativ können diese auch im Nachhinein angebracht werden. Vor allem zugaufnehmende Bänder, Gurte oder Seile können über die komplette Form gelegt werden. Geeignete Bänder und Netze können auch als Blitzschutz in die Gebäudehülle eingearbeitet werden. Die erforderliche Verbindung der späteren, fertigen Platte mit dem Untergrund, z.B. mit einer Betonkellerdecke, oder mit dem nächsten Gebäude oder Stockwerk, kann mittels formschlüssig eingearbeiteten Baustahlelementen, Laschen oder auch über Bänder o.ä. erfolgen. Aussparungen von Gebäudeöffnungen, beispielsweise Türen oder Fenster, können bereits während des Aufbringens des Rohmaterials berücksichtigt werden. Die Herstellung der Platte kann auch in mehreren Teil-

schritten durchgeführt werden, sofern die Einzelteile konstruktionstechnisch dafür ausgelegt sind oder abgestützt werden können oder entsprechende Verbindungsmöglichkeiten mit dem Bauteil eines nächsten Fertigungsschrittes eingeplant sind. Dies können beispielsweise aus der Platte bzw. Gebäudehülle herausragende Armierungsgitter sein, die die auftretenden Belastungen aufnehmen können.

[0057] Alternativ kann gemäß Anspruch 19 vorgesehen sein, dass die Innenform als, gegebenenfalls verschiebbar gelagerter, starrer, biegesteifer Körper ausgebildet ist, und insbesondere, dass die Innenform zerlegbar aus einer Anzahl von, vorzugsweise untereinander identischen, Modulen zusammengesetzt ist. Eine derartige Innenform ist ebenso einfach einsetzbar und bietet eine biegesteife, verlässliche Innenform, die ihre Form unabhängig von der Temperatur beibehält. Beispielsweise ist eine solche Form für schwere und dickere Platten, beispielsweise für die Anwendung als Lärmschutzwände geeignet.

[0058] Eine konstruktiv einfache Innenform ergibt sich, wenn, wie im Anspruch 20 beschrieben, die Innenform als einfacher Hohlkörper frei von innenliegenden Stegen, Versteifungen oder Abspannpunkten ausgestaltet ist.

[0059] Für einfache Formen, z.B. Kugeln oder Zylinder, z.B. für Notunterkünfte, werden in der Regel keine innen- oder außenliegenden Abspannungen benötigt, bei architektonisch außergewöhnlichen Freiformen jedoch schon. Derartige Abspannungen können auch von innen nach außen geführt werden, um eine spezielle Zuspitzung, z.B. eines Dachsegments, zu ermöglichen. Das kraftaufnehmende Seil durchstößt dann die Außenhülle und muss extra abgedichtet werden. Alternativ können auch innenliegende, vorzugsweise teleskopierbare bzw. verlängerbare Stützen, verwendet werden, die durch den ausgeübten Druck auf die Innenseite der Innenform eine Zuspitzung der Platte erlauben. Optional können diese Stützen auch dauerhaft unter der Platte verbleiben. Auch können Zugseile vorgesehen sein, die außen an der Außenfläche der Innenform ansetzen und diese nicht durchdringen und die Außenfläche lokal nach außen ziehen. Die Innenform kann vorteilhafterweise begehrbar ausgeführt sein. Dies kann z.B. durch eine zweischalige Formgebung erreicht werden. Der Raum zwischen den beiden Schalen, die beispielsweise durch Stege oder Bänder miteinander verbunden sind, wird mit dem gewünschten Betriebsdruck beaufschlagt, dadurch wird eine barrierefreie Begehung ermöglicht. Diese Bauweise ist besonders in Zusammenhang mit der Verwendung von sogenanntem Abstandsgewebe interessant. Abstandsgewebe ist ein Produkt, das ähnlich einer Luftmatratze aufgebaut ist, wobei zwei Außenflächen mit einer Vielzahl von Fasern miteinander verbunden sind und beim Aufblasen eine Fläche bilden. Gebräuchliche Dicken liegen im Bereich von 3 bis 30 cm. Das Material ist als Rollenware in verschiedenen Breiten erhältlich.

[0060] Als Innenformen sind auch die, beispielsweise von Hüpfburgen, bekannten gestängefreien aufblasbaren Zelte bzw. Inflateables geeignet.

[0061] Der Auftrag des Rohmaterials erfolgt in der Regel erst dann, wenn die Innenform ihre endgültige Form und Stabilität erreicht hat.

[0062] Alternativ kann mit dem Auftragen jedoch schon zu einem Zeitpunkt begonnen werden, bevor die Innenform ihre endgültige Form erreicht hat. Dadurch kann das Rohmaterial einerseits an schwer oder nicht zugänglichen Stellen aufgebracht werden. Andererseits kann eine Stauchung und dadurch zusätzliche Verdichtung des Rohmaterials erfolgen, wenn die Elastizität der Innenform bei einem höheren Druck zum Auftrag des Rohmaterials genutzt wird und anschließend der Innendruck reduziert wird und damit durch die Verringerung der Abmessungen eine gleichmäßige Komprimierung des Rohmaterials erreicht wird.

[0063] Zum Auftragen des Rohmaterials allgemein ist folgendes günstigerweise zu beachten:

[0064] Um bei der Erstellung der neuen Bauteile ein Abrinnen bzw. Abtropfen des noch nicht erstarrten Rohmaterials von der Innenform zu verhindern, ist es günstig, wenn das Rohmaterial eine gewisse Mindest-Zähigkeit bzw. Konsistenz aufweist, sodass eine gleichmäßige Aufbringung und Verteilung auf der Außenfläche der Innenform möglich ist, und das aufgebrachte Rohmaterial bis zur Aushärtung nahezu unverändert und ohne abzulaufen in dieser Lage ver-

bleibt.

[0065] Zur Aufbringung des Rohmaterials auf die Innenform kann eine Förder- und Mischanlage vorgesehen sein, umfassend ein Fördergebläse mit manueller oder automatischer Beschickung, vorzugsweise mit bereits aufbereiteten, z.B. gemahlene, Naturfasern. Optional kann z.B. auch direkt eine Strohühle mit Gebläse als Kombigerät verwendet werden. An das Fördergebläse angeschlossen ist ein entsprechend dimensionierter Förderschlauch, der das Luft Faser Gemisch auf der Baustelle zum Aufbringungsort transportiert. Die Einbringung des Bindemittels erfolgt im Zuge des Verlassens des Förderschlauchs mittels einer geeigneten Anordnung von Düsen zur gleichmäßigen Benetzung der Fasern mit Bindemittel oder parallel mittels Sprühauftrag auf die jeweils oberste Faserschicht der Gebäudehülle.

[0066] Die Innenform kann auch aus mehreren Segmenten bestehen, die nur partiell und Schritt für Schritt aufgeblasen werden.

[0067] Das Rohmaterial kann entweder auf die gesamte Außenfläche der Innenform oder nur auf einen oder mehrere, gegebenenfalls zusammenhängende, Teilbereiche der Innenform aufgebracht werden. Wird das Rohmaterial nur auf einen Teilbereich aufgebracht, kann die entstehende Kante manuell durch das Einbringen einer Randfolie gerundet ausgeführt werden. Dabei wird die Randfolie, die auch teilweise oder ganz eine Trennfolie sein kann, manuell so gespannt, dass bei der Aufbringung weiche Material eine Runde weiche Kante erhält. Durch die Aufbringung von zusätzlichen Streifen bzw. Folien werden somit mögliche Kanten abgerundet.

[0068] Bei einfachen und kostengünstigen Objekten kann auch eine Einstiegsöffnung für Personen vorgesehen sein und damit auch das Einbringen von Maschinen und Hilfsmittel, z.B. durch einen wiederverschließbaren Reißverschluss erfolgen, der durch einen Klettverschluss zusätzlich abgedichtet wird.

[0069] In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn, wie dem Anspruch 21 zu entnehmen, vorgesehen ist, dass eine Vakuumpumpe zur Evakuierung des Zwischenraumes vorgesehen ist und/oder eine Pumpe und/oder Gebläse zur Befüllung der Innenform mit dem Medium.

[0070] Schließlich werden durch die Führung des erfindungsgemäßen Verfahrens und unter Einsatz der erfindungsgemäßen Anordnung ganz besondere in einer oder zwei Raumrichtungen gekrümmte bzw. gewölbte Platten bzw. Schalen bzw. Freiformen erhalten, wie sie im Anspruch 22 näher beschrieben sind.

[0071] Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Anordnung werden nun anhand der nachfolgenden Figuren exemplarisch und nicht einschränkend, anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels erörtert. Die Fig. 1 bis 5 zeigen dabei den schrittweisen Aufbau der Anordnung bzw. den schrittweisen Ablauf des Verfahrens.

[0072] Fig. 1 zeigt den Querschnitt der Innenform zu Beginn des Verfahrens.

[0073] Fig. 2 zeigt die Innenform zu Beginn der Aufbringung des Rohmaterials auf einen Teilbereich der Innenform.

[0074] Fig. 3 zeigt das vollständig auf die Innenform aufgebrachte Rohmaterial.

[0075] Fig. 4 zeigt die Anordnung nach Aufbringung der Außenhülle.

[0076] Fig. 5 zeigt das Endprodukt nach seiner Aushärtung und der Entfernung der Anordnung.

[0077] In Fig. 1 ist die Anordnung zu Beginn des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Dabei wird zunächst eine Innenform 1 errichtet. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich bei der Innenform 1 um einen mit Luft gefüllten ballonartige Körper in Form einer Kugelkalotte bzw. um eine unter Überdruck stehende pneumatisch gestützte Membran, beispielsweise aus einem, gegebenenfalls aus einzelnen Elementen zusammengenähten, PVC-Gewebe. Die Innenform 1 besteht im Wesentlichen aus einer luftdichten, flexiblen Hülle und ist allseitig geschlossen bzw. zum Boden bzw. ihrer Auflagenfläche hin abgedichtet, bis auf eine Öffnung, an die eine Pumpe

bzw. ein Gebläse 4 angeschlossen ist.

[0078] Auf diese Weise kann Luft in das Innere der Innenform 1 eingebracht werden und der gewünschte Innenüberdruck eingestellt werden. Der Innendruck liegt in etwa 5 bis 30 mbar über dem äußeren Umgebungsdruck und ist abhängig vom verwendeten Material, der gewählten Form und vor allem von der Größe. Durch die Vorsehung der Pumpe 4 kann, gegebenenfalls durch ständige Messung des Drucks, auch flexibel auf temperaturbedingte Volumensänderungen reagiert werden, die nach Möglichkeit unterbleiben sollten, um ein gleichmäßiges Aushärten des Rohmaterials 2' zu gewährleisten. Die Einstellung des Drucks kann vorzugsweise automatisch über die Drehzahl des Gebläses bzw. Kompressors erfolgen, indem beispielsweise ein Differenzdruckmesser den Druckunterschied zwischen Innen und Außen misst und computerunterstützt den Drehzahlsteller des Gebläses bzw. Kompressors regelt. Diese Druckregelung ist auch bei der Herstellung des später erörterten Vakuums im Zwischenraum vorteilhaft, um eine gleichmäßige und spannungsrißfreie Aushärtung der Platte zu erreichen.

[0079] Die Förderleistung kann bei einem Innenüberdruck von 15 mbar z.B. 30.000 m³ pro Stunde betragen, dazu wird ein Gebläse mit etwa 15 kW Leistung benötigt.

[0080] Alternativ kann die Innenform 1 auch als biegesteife starre Konstruktion ausgestaltet sein. In der Regel bedarf es dabei dann keiner Anlegung eines Überdruckes.

[0081] Die nach außen gerichtete Außenfläche 6 der Innenform 1 gemäß Fig. 1 ist konvex, in jedem Punkt positiv gekrümmt und besitzt die Form einer Kugelkalotte. Die Innenform 1 ist im vorliegenden Fall ein einfacher Hohlkörper, frei von innenliegenden Stegen, Versteifungen oder Abspannungen.

[0082] Es ist an dieser Stelle möglich, auf die Außenfläche 6 eine Trennschicht 7 aufzubringen, im vorliegenden Beispiel ist dies jedoch nicht der Fall. Ist die Außenfläche 6 glatt genug, gibt es in der Regel auch keine Probleme mit der abschließenden Ablösung des Rohmaterials 2'. Auch kann die Außenfläche 6 eine gewisse Oberflächenstruktur aufweisen oder vorstehende Lamellen od. dgl. für die Ausbildung von Ausnehmungen für Leitungen etc. im Rohmaterial 2' besitzen, was im vorliegenden Beispiel jedoch ebenfalls nicht der Fall ist.

[0083] Die Trennschicht 7 oder auch die Innenform 1 können in den Randbereichen mit einer Schürze versehen sein.

[0084] Hat die Innenform 1 die gewünschte Form und Stabilität erreicht, so wird, wie in Fig. 2 ersichtlich, begonnen, das Rohmaterial 2' von oben auf die Außenfläche 6 der Innenform 1 aufzubringen.

[0085] Das Rohmaterial 2' ist beispielsweise ein Faserverbundmaterial, enthaltend Naturfasern, beispielsweise Strohfasern, mit einem aushärtbaren Bindemittel, z.B. einem Polymer oder Beton. Dieses Bindemittel sollte möglichst unter Luftabschluss bzw. verringertem Luftdruck aushärten. Das Bindemittel wird dem jeweils verwendeten Faserwerkstoff, der Verarbeitungstemperatur und der benötigten Abbindzeit angepasst. Im vorliegenden Beispiel besteht die gesamte Konstruktion aus biologisch abbaubarem Material und enthält keine persistenten Bestandteile, wie beispielsweise Metallteile.

[0086] Gemäß Fig. 2 wird das Rohmaterial 2' gleichförmig in einer Schicht über die gesamte Außenfläche 6 verteilt. Das Rohmaterial 2' hat dabei eine solche Zähigkeit bzw. Konsistenz, dass es nicht von der gekrümmten Oberfläche der Innenform 1 abrinnt und eine gleichförmige Dicke behält. Um ein Abrutschen des noch weichen Rohmaterials 2' zu verhindern, kann die Außenfläche 6 auch eine rippige Struktur aufweisen bzw. können stabilisierende Elemente wie Bewehrungen aus verschiedenen Materialien eingesetzt werden.

[0087] Alternativ kann die Aufbringung des Rohmaterials 2' auch nacheinander in mehreren dünneren Schichten erfolgen, wobei aus optischen Gründen die kürzesten Fasern an den Sichtseiten der späteren Platte 2 liegen sollten und die längeren Fasern aus Stabilitätsgründen dazwischen.

[0088] In Fig. 3 ist die Aufbringung des Rohmaterials 2' beendet und ist das Rohmaterial 2' über

die gesamte sichtbare bzw. erhabene Fläche der Innenform 1 gleichförmig aufgetragen.

[0089] Als Außenfläche 6 der Innenform 1 wird - nicht nur beim vorliegenden Beispiel, sondern generell - verständlicherweise immer nur diejenige Fläche bezeichnet, auf die die Aufbringung des Rohmaterials 2' auch möglich ist. Insbesondere zählt die dem Boden zugewendete Stand- bzw. Auflagefläche der Innenform 1 nicht zur Außenfläche 6.

[0090] In Fig. 3 wurde somit die gesamte Außenfläche 6 lückenlos mit Rohmaterial 2' bedeckt, alternativ ist es jedoch auch möglich, nur Teilbereiche zu beaufschlagen.

[0091] In diesem Stadium wäre es möglich, in das Rohmaterial 2' Verrohrungen, Leitungen, Aussparungen oder auch Verstärkungs- und Versteifungselemente etc. einzubringen. Die exemplarische Konstruktion gemäß Fig. 1 bis 5 besteht jedoch nur aus dem Rohmaterial 2'.

[0092] In Fig. 4 ist der nächstfolgende Schritt des Verfahrens dargestellt. Hierbei wird eine luftdichte Außenhülle 3 über die gesamte Außenfläche 6 bzw. die gesamte Oberfläche des noch nicht erstarrten Rohmaterials 2' gelegt. Im vorliegenden Fall handelt es sich bei der Außenhülle 3 um eine flexible Plane aus PVC. Diese liegt berührend, aber durchaus mit einigen Falten und geringen Abständen an der Oberfläche des Rohmaterials 2' an.

[0093] Sowohl die Innenform 1, allfällige Trennfolien bzw. Trennschichten 7 und auch die Außenhülle 3 können einen der endgültigen Form der Platte 2 entsprechenden Zuschnitt aufweisen, um die Faltenbildung zu verringern bzw. um strukturegebende, vorzugsweise einschnürende, Wirkung zu erfüllen, um beispielsweise das geordnete Abfließen von Regenwasser oder die Applikation von nachträglich aufgebrachten Formteilen, z.B. für das nächstfolgende Stockwerk bzw. Gebäude, zu erleichtern oder überhaupt zu ermöglichen.

[0094] Zwischen der Außenhülle 3 und der Innenform 1 bzw. der Oberfläche des Rohmaterials 2 wird dadurch ein evakuierbarer Zwischenraum 8 ausgebildet. Die Dichtheit wird dadurch gewährleistet, dass im unteren Bereich des Umfanges die Außenhülle 3 und die Innenform 1 abgedichtet werden und dass sowohl die Außenhülle 3 als auch die Innenform 1 nahezu luftdicht sind. Die Trennschicht 7 oder die Innenform 1 können in ihren Randbereichen mit einer Schürze versehen sein, die eine luftdichte Verbindung mit der Außenhülle 3 ermöglicht. Über eine Vakuumpumpe 5 wird der Zwischenraum 8 evakuiert, insbesondere auf einen absoluten Druck von etwa 0,4 bar. Die flexible Außenhülle 3 legt sich dadurch noch enger und dichter an das Rohmaterial 2' an bzw. drückt der Umgebungsdruck allseitig und gleichförmig auf die Außenhülle 3. Dadurch kommt es zur Entfernung bzw. Verringerung von Luftblasen und Lufteinschlüssen aus dem Rohmaterial 2', zur gewünschten Vergleichmäßigung des Rohmaterials 2' sowie zur gleichmäßigen Kompaktierung bzw. Verfestigung des Rohmaterials 2'.

[0095] Die in den Fig. 3 und 4 dargestellten Abstände zwischen dem Rohmaterial 2' und der Außenfläche 6 der Innenform 1 bzw. zwischen dem Rohmaterial 2' und der Innenfläche 9 der Außenhülle 3 sind im vorliegenden Beispiel tatsächlich nicht vorhanden und dienen nur der klareren Darstellung der einzelnen Schichten in den schematischen Zeichnungen.

[0096] Nach Abschluss der Evakuierung des Zwischenraums 8 wird das Vakuum in der Regel noch für eine gewisse Zeit, insbesondere bis zur vollständigen Aushärtung des Bindemittels, beibehalten, kann jedoch nach und nach wieder verringert werden. Das Rohmaterial 2' wird dann verfestigt bzw. aushärten gelassen. Entsteht dabei Wärme, sollte auf Verformungen der Innenform 1 geachtet werden.

[0097] Nach dem Aushärten des Rohmaterials 2' ist die Platte bzw. Schale 2 an sich fertig und werden gemäß Fig. 5 die Innenform 1 und die Außenhülle 3 wieder entfernt. Alternativ kann die Außenhülle 3 auch auf der Oberfläche verbleiben.

[0098] Die erfindungsgemäße Platte 2 kann in dieser Form als attraktives Verschalungselement für Fassaden, als Car-Ports, Liegen etc. eingesetzt werden, oder in wesentlich größerer Dimensionierung als igluartige oder tunnelartige Kuppelbauten, beispielsweise für schnell zu errichtende Notunterkünfte in Krisengebieten. Entsprechende Fenster- oder Türöffnungen bzw. Kanäle für Verrohrungen oder Leitungen können dabei, wie erwähnt, bereits während der Herstel-

lungsphase eingebaut werden oder erst im Endprodukt eingearbeitet werden.

[0099] Ein weiteres vorteilhaftes, nicht einschränkend zu verstehendes Ausführungsbeispiel für die Herstellung eines Dachsegments wird wie folgt beschrieben:

[00100] Anhand computerunterstützter Modellierung und statischer Berechnung wird eine dreidimensionale Darstellung des gewünschten Dachsegments entwickelt. Mit Hilfe geeigneter Abwicklungsprogramme wird die entsprechende Innenform 1 aus z.B. einem PVC-Planenmaterial ausgeschnitten, zusammengenäht und mit allenfalls notwendigen innenliegenden Abspannungen und Verstärkungen versehen.

[00101] Auf der Baustelle wird diese Innenform 1 aufgeblasen und mit dem notwendigen Betriebsüberdruck versehen. Auf der Innenform 1 sind bereits Markierungen von Randbereichen oder anderen besonderen Zonen angebracht. Abspannungen zum Boden verhindern eine zu große Auswölbung des Bodens.

[00102] Die Innenform 1 wird gegebenenfalls mit einer Trennschicht 7 aus dünner PE-Folie versehen, um eine leichte Entformung zu gewährleisten. Als kraftaufnehmende Elemente wird gerippter Baustahl verwendet, der in die auszufüllende Form hineinragt oder mit Kranhaken versehen hindurchragt und gebäudeseitig in eine stabile Bodenplatte mit Bohrungen für eine Verschraubung mündet. Die noch etwas flexible Innenform 1 wird so ausgerichtet, dass nach der Fertigstellung die gewölbte Dachform passgenau festgeschraubt werden kann.

[00103] Nun wird die Außenfläche 6 der Innenform 1 mit dem Rohmaterial 2' und zwar einem Gemisch aus Strohfasern und einem entsprechenden Bindemittel bedeckt. Dabei treibt ein Traktor eine Strohmaschine an, die von zwei Arbeitern gleichmäßig mit Strohhalmen beschickt wird. Das entsprechende Sieb sorgt für eine Faserlänge von etwa 10-20 mm für die erste Schicht. Dabei wird das Stroh-Luft Gemisch über einen flexiblen Schlauch mit ca. 200 mm D von der Strohmaschine direkt zur Stelle des Auftrags mittels eines Fördergebläses transportiert. Am Schlauchende sind Düsen montiert, die das mit Druck über einen weiteren Schlauch mit ca. 15 mm D herangeführte und bereits mit Härter versetzte Bindemittel in den Luftstrom einbringt und dabei eine gleichmäßige Vermischung ermöglicht.

[00104] Nach dem Aufbringen einer ersten Schicht in den vorgesehenen Bereichen wird die Siebgröße auf eine Faserlänge von 50 bis 80 mm verändert und die weitere Schicht nass-in-nass aufgebracht. Dabei schwenken die Arbeiter den Schlauch mit regelmäßigen Bewegungen. Für Bereiche, die nicht vom Boden oder vom Gerüst aus erreicht werden können, wird ein Steiger verwendet. Im Bereich der mechanischen Verstärkungen wird das noch plastische Material mit der Hand manuell eingearbeitet, um eine gute Verbindung zu erhalten.

[00105] Abschließend wird wiederum eine feinfasrige Deckschicht aufgebracht. Diese Deckschicht kann auch Farbpigmente oder andere Stoffe zur Gestaltung verschiedener Oberflächen beinhalten.

[00106] Anschließend wird die Außenhülle 3 in Form einer mit dem Firmenlogo bedruckten PVC Folie über das Konstrukt gezogen bzw. auf das Rohmaterial 2' aufgelegt und an Referenzpunkten fixiert. Dadurch ist die richtige Ausrichtung und Perspektive sichergestellt.

[00107] Nun wird ein flexibler gelochter Schlauch ringförmig um das Konstrukt gelegt und an die Vakuumpumpe 5 angeschlossen. Die Abdichtung des zu evakuierenden Zwischenraums 8 erfolgt durch mehrfaches Umknicken und Verkleben der Innen- und Außenfolien.

[00108] Die Vakuumpumpe 5 legt nun einen absoluten Druck von z.B. 0,3 bar an. Dadurch wird das Fasergemisch zusammengepresst und eine hohe Festigkeit erreicht bzw. die Festigkeit erhöht.

[00109] Nach etwa einem Tag hat das Bindemittel abgebunden und die Innenform 1 kann entfernt bzw. nach unten abgezogen werden. Nun können auch an der Gebäudehülle selbst noch Details mit verschiedenen Werkzeugen nachgearbeitet werden.

[00110] Nach Fertigstellung dieses Finetunings, wird das Konstrukt an den vorbereiteten Kran-

haken aufgenommen und bestimmungsgemäß, z.B. als extravagant freigeformtes Dach eines Bürogebäudes, eingebaut.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von in einer Raumrichtung und/oder in zwei Raumrichtungen gekrümmten platten- bzw. schalenartigen Bauteilen (2), wobei ein, den zukünftigen Bauteil (2) bildendes, mit einem Gemisch eines Bindemittels mit Fasern gebildetes aushärtbares Rohmaterial (2') auf zumindest Teilbereiche einer - in einer und/oder zwei Raumrichtungen gekrümmten Außenfläche (6) einer Innenform (1) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass anschließend zumindest eine luftdichte Außenhülle (3) über zumindest einen Teilbereich, vorzugsweise über die gesamte Fläche, des auf die Innenform (1) aufgetragenen Rohmaterials (2') gelegt wird, wobei zwischen der Außenhülle (3) und der Innenform (1) bzw. dem Rohmaterial (2') ein evakuierbarer Zwischenraum (8) ausgebildet wird, dass der Zwischenraum (8), insbesondere auf einen absoluten Druck von $\leq 0,7$ bar, evakuiert wird und das Rohmaterial (2') dann ausgehärtet bzw. verfestigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenform (1), und gegebenenfalls die Außenhülle (3), nach dem Aushärten des Rohmaterials (2') wieder entfernt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenhülle (3) nach dem Aushärten des Rohmaterials (2') in ihrer Position belassen wird und mit dem Bauteil (2) fest verbunden bleibt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Rohmaterial (2') für die Bauteile (2), vorzugsweise ausschließlich, ein Faserverbundmaterial eingesetzt wird, welches Naturfasern enthält und/oder frei ist von biologisch nicht abbaubaren Bestandteilen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Rohmaterial (2') für die Bauteile (2) ein solches eingesetzt wird, das Füllstoffe und/oder zumindest ein unter Luftabschluss oder unter verringertem Luftdruck aushärtendes Bindemittel enthält.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohmaterial (2') in mehreren Schichten aufgebracht wird, wobei insbesondere die weiter außenliegenden Schichten kürzere Fasern und die weiter innenliegenden Schichten längere Fasern enthalten.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Rohmaterial (2') eingesetzt wird, das biegsame flexible, gegebenenfalls in einem aushärtbaren Kunstharz getränkte, Schläuche oder stabförmige Elemente bzw. Stäbe enthält.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenhülle (3) berührend auf das Rohmaterial (2') bzw. auf die Innenform (1) aufgelegt wird, so dass sie, insbesondere nach erfolgter Evakuierung, vorzugsweise vollflächig, am Rohmaterial (2') und dort, wo kein Rohmaterial (2') vorliegt, an der Innenform (1) anliegt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Außenhülle (3) eine flexible, gegebenenfalls elastische, oder - eine starre und biegungssteife Form besitzende - Außenhülle (3), vorzugsweise mit ähnlicher bzw. gleicher, Krümmung wie die Außenfläche (6) der Innenform (1) eingesetzt wird, wobei gegebenenfalls die Innenfläche (9) der Außenhülle (3) und die Außenfläche (6) der Innenform (1) zueinander parallel ausgerichtet werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Außenfläche (6) der Innenform (1) eine Trennschicht (7), insbesondere eine Anti-Haft-Beschichtung, beispielsweise aus Polyethylen, aufgebracht wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest Teilbereiche der Innenfläche (9) der Außenhülle (3) vor dem Auflegen auf die Innenform (1) bzw. auf die Trennschicht (7) mit einem Klebe- bzw. Bindemittel benetzt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass - vor der Aushärtung des Rohmaterials (2') und der Aufbringung der Außenhülle (3) auf dasselbe - im bzw. in das auf die Innenform (1) aufgebrachte(n) Rohmaterial (2') elektrische, hydraulische und/oder Wasser- Leitungen, Rohre, Schläuche, Leerrohre, Aussparungen und/oder Verstärkungs- bzw. Versteifungselemente, beispielsweise Bänder oder Seile, Verbindungselemente oder kraftaufnehmende Vorrichtungen eingebracht oder ausgeformt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Aufbringen des Rohmaterials (2') die Fasern mit dem Bindemittel bereits einige Zeit vor der Aufbringung intensiv vermischt werden oder dass die Fasern mit dem Bindemittel erst unmittelbar vor dem Kontakt mit der Außenfläche (6) vereinigt und somit vermischt werden.
14. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Innenform (1), mit einer nach außen hin in einer oder zwei Raumrichtungen gekrümmten Außenfläche (6) aufweist, weiters eine, über zumindest einen Teilbereich, vorzugsweise über die gesamte Fläche, der Außenfläche (6) der Innenform (1) auflegbare, im Wesentlichen luftdichte Außenhülle (3), wobei auf zumindest Teilbereiche der Außenfläche (6) der Innenform (1) ein, den zu fertigenden Bauteil (2) bildendes, aushärtbares Rohmaterial (2) aufbringbar ist und wobei zwischen der Außenhülle (3) und der Innenform (1) ein evakuierbarer Zwischenraum (8) ausbildbar ist.
15. Anordnung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenform (1) durch eine pneumatisch gestützte bzw. vorgespannte und/oder durch Überdruck stabilisierte Membran ist bzw. durch einen flexiblen, volumensveränderlichen Hohlkörper, der durch Einbringung eines fluiden Mediums seine Steifigkeit erhält, gebildet ist, insbesondere in Form einer möglichst luftdichten Hülle, wobei im Inneren der Innenform (1) vorzugsweise ein Innen-Überdruck von ≥ 5 mbar, insbesondere ≥ 30 mbar, anlegbar ist bzw. aufrecht erhalten ist.
16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenfläche (6) der Innenform (1) in jedem Punkt nach außen hin konvex ausgebildet ist und/oder dass Teilbereiche dieser Außenfläche (6) nach außen hin konkave Bereiche aufweisen.
17. Anordnung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass an die Innenform (1) ein Gebläse oder eine Pumpe (4) anschließbar ist, über das oder die das fluide Medium in die Innenform (1) einbringbar ist bzw. über das der Innendruck in der Innenform (1) bzw. der dortige Innen-Überdruck kontinuierlich veränderbar ist.
18. Anordnung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenfläche (6) der Innenform (1) und/oder die Trennschicht (7) mit einer Oberflächenstruktur, beispielsweise mit einem Muster oder mit Entformungsrippen, versehen sind und/oder ist.
19. Anordnung nach Anspruch 14 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenform (1) als starrer, biegesteifer Körper ausgebildet ist, oder dass die Innenform (1) zerlegbar aus einer Anzahl von, vorzugsweise untereinander identischen, starren, biegesteifen Innenform-Modulen zusammengesetzt ist.
20. Anordnung nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenform (1) als einfacher Hohlkörper frei von innenliegenden Stegen, Versteifungen oder Abspannpunkten ausgebildet ist.

21. Anordnung nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Vakuumpumpe (5) zur Evakuierung des Zwischenraumes (8) zwischen Innenform (1) und Außenhülle (3) umfasst und/oder eine Pumpe bzw. ein Gebläse (4) zur Befüllung der Innenform (1) zur Erzeugung und Kontrolle des Innen-Überdrucks.
22. Nach außen hin in einer oder zwei Raumrichtungen gekrümmter platten- oder schalenartiger Bauteil (2), insbesondere aus einem als erhärtetes Verbundmaterial vorliegenden Rohmaterial (2), enthaltend zumindest ein Bindemittel und Fasern, erhältlich nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, vorzugsweise unter Einsatz einer Anordnung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 21.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

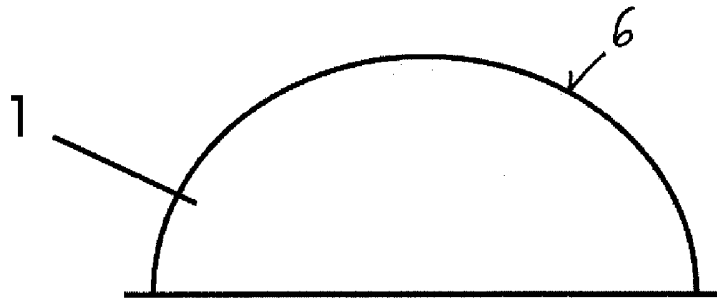


Fig. 2

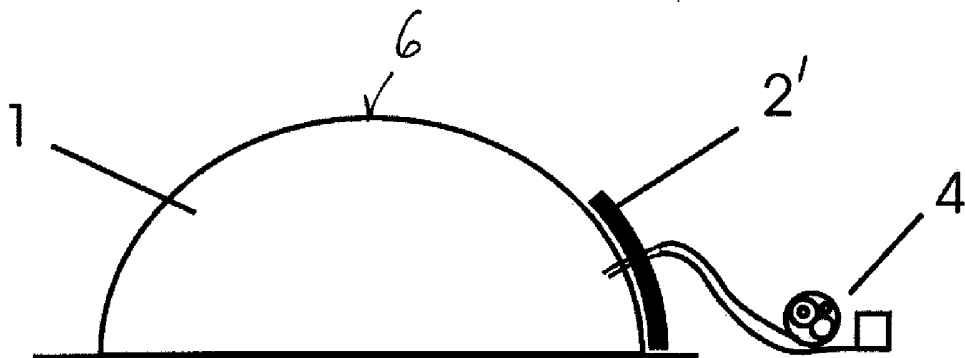


Fig. 3

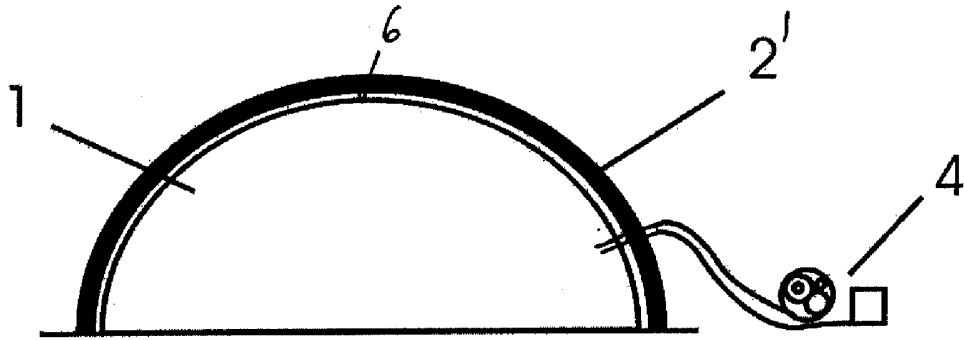


Fig. 4

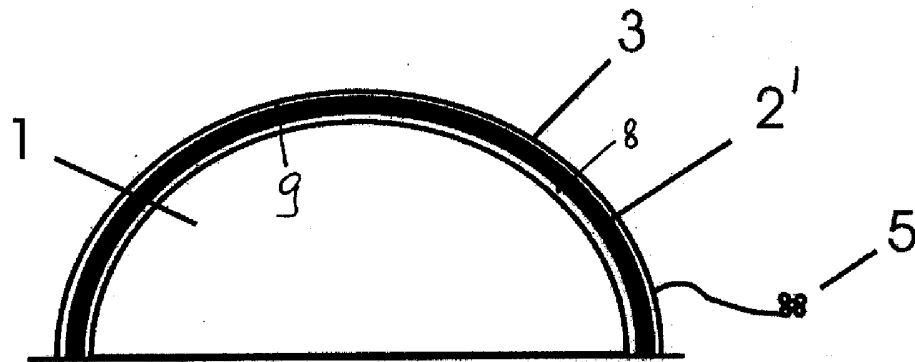


Fig. 5

