



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.04.2010 Patentblatt 2010/16

(51) Int Cl.:
B28B 19/00 (2006.01) E04C 2/54 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08016753.9**

(22) Anmeldetag: **25.09.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(71) Anmelder: **Frei, Jürgen**
6850 Dornbirn (AT)

(72) Erfinder:
• **Gast, Ingo**
76676 Graben-Neudorf (DE)
• **Frei, Jürgen**
6850 Dornbirn (AT)

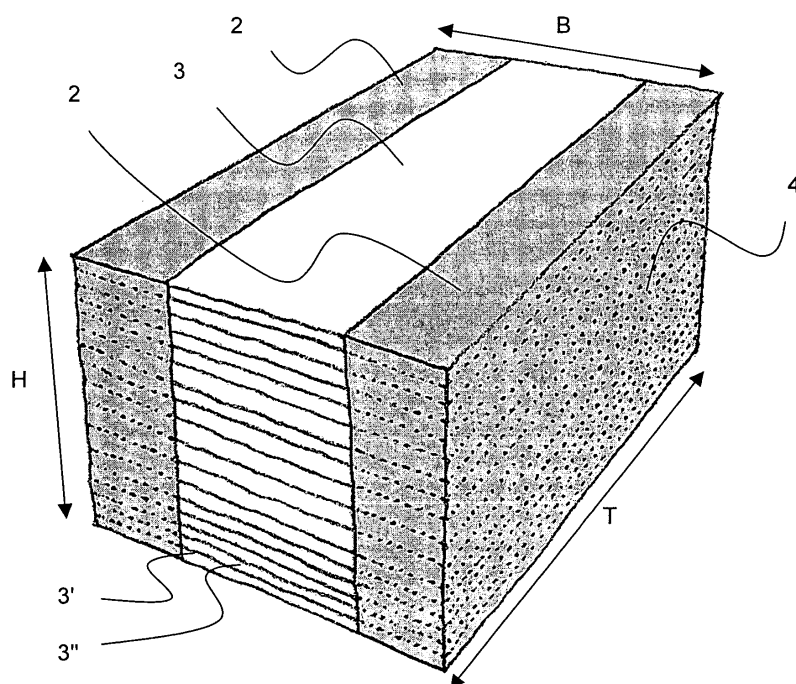
(74) Vertreter: **Wagner, Jutta et al**
Patentanwälte
Zellentin & Partner
Rubensstrasse 30
67061 Ludwigshafen (DE)

(54) **Lichtleitendes Bauelement mit thermischer Trennung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft Bauelemente (1), umfassend eine erste Schicht aus einem Gussmaterial (2), eine Isolierschicht (3) und eine zweite Schicht aus einem Gussmaterial (2), wobei Lichtleitfasern (4) von einer äußeren, der Isolierschicht (3) abgewandten Seite der Oberfläche der ersten Schicht (2) durch diese hin-

durch, durch die Isolierschicht (3) und durch die zweite Schicht (2) hindurch zu der Oberfläche der zweiten Schicht (2), die der Isolierschicht (3) abgewandt ist, eingebettet sind. Die Erfindung betrifft auch ein System umfassend solche Bauelemente (1) und die Herstellung der Bauelemente (1).

Figur 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Bauelemente aus einem Gussmaterial mit eingebetteten Lichtleitfasern, ein Verfahren zu ihrer Herstellung sowie ein System zur Erstellung von Umfassungsbauteilen von Gebäuden umfassend solche Bauelemente.

[0002] Mit dem Begriff Lichtbeton oder auch transluzenter Beton wird Beton mit eingebetteten Lichtleitfasern bezeichnet. Dieses Material hat in den letzten Jahren kommerzielle Bedeutung erlangt. Zum einen bietet es vielfältige gestalterische Möglichkeiten, zum anderen lässt es sich als äußerst tragfähiger Baustoff effizient einsetzen. Lichtbeton wird durch Einbettung von Lichtleitenden Fasern in Beton erhalten. Die Fasern können dabei gleichmäßig verteilt aber auch auf Bereiche konzentriert angeordnet werden, bis hin zu Mustern. Die konstruktiven Eigenschaften des Betons, also Tragfähigkeit etc., werden durch die eingebetteten Lichtleitfasern nicht beeinträchtigt, so dass die Statik den Einsatz von Lichtbeton, anders als etwa bei einem Einbau von Glasbausteinen, Fenstern usw., nicht gesondert berücksichtigen muss.

[0003] Des weiteren gewinnt die Wärmedämmung von Gebäuden aufgrund entsprechender Gesetze und im Hinblick auf die ständig steigenden Energiekosten immer mehr an Bedeutung. Während einzelne Materialien und Bauelemente in ihrer Wärmedurchlässigkeit immer weiter optimiert werden, bleiben Übergänge ein Problem, vor allem weil diese gestalterisch typischerweise nicht auffallen sollen. So verlieren Fenster mit entsprechender Isolierverglasung zumeist im Bereich der Fensterrahmen die meiste Energie.

[0004] Bei der Gestaltung von Wänden mit Lichtbeton ergeben sich zu den restlichen Gebäudeteilen aus Beton keine Übergangsprobleme. Jedoch verbietet sich eine übliche Wärmedämmung mittels außen oder innen aufgebrachter Schichten aus Dämmmaterial, denn damit würde der Lichtdurchgang blockiert. Die Gestaltung der Fassade erfolgt bei den bekannten Wärmedämmsystemen, soweit es sich nicht um eine Dämmung der Innenseite der Wände handelt, üblicherweise unabhängig von der Dämmung. So kann die Fassade auf den üblichen Dämmmaterialien, die mittels Klebstoff/Mörtel und/oder mechanisch auf der Wand befestigt werden, im Prinzip mit allen bekannten Gestaltungsmitteln fertiggestellt werden. Neben Putz bieten sich auch Verkleidungen mit z.B. Holz oder (Kunst)Stein an. Eine Gestaltung mit lichtdurchlässigen Elementen ist naturgemäß nicht möglich, da die Dämmung den Lichtdurchgang blockiert.

[0005] Es besteht somit Bedarf an optisch ansprechenden und zugleich gut isolierenden Bauelementen, insbesondere für Fassaden von Gebäuden.

[0006] Erfindungsgemäß wurde jetzt überraschend gefunden, dass brauchbar stabile Lichtbetonelemente mit einer guten Wärmedämmung geschaffen werden können, indem man zumindest eine Schicht aus einem Isoliermaterial in einem Lichtbetonelement vorsieht.

[0007] Die Erfindung löst somit die obige Aufgabe durch Bauelemente, umfassend eine erste Schicht aus einem Gussmaterial, eine Isolierschicht und eine zweite Schicht aus einem Gussmaterial, wobei Lichtleitfasern von einer äußeren, der Isolierschicht abgewandten Seite der Oberfläche der ersten Schicht durch diese hindurch, durch die Isolierschicht und durch die zweite Schicht hindurch zu der Oberfläche der zweiten Schicht, die der Isolierschicht abgewandt ist, eingebettet sind.

[0008] Das Gussmaterial ist zunächst flüssig bzw. fließfähig so dass es in eine Form bzw. Schalung gefüllt werden kann. Sodann erfolgt ein Erhärten wobei das Material fest und tragfähig wird. Es ist eine Vielzahl solcher Materialien bekannt, deren Erhärtung auf den unterschiedlichsten Mechanismen beruht. Erfindungsgemäß handelt es sich bei dem Gussmaterial vorzugsweise um hydraulisch erhärtende Materialien, insbesondere Beton, es sind aber auch andere Materialien denkbar, wie beispielsweise auf Kunststoffmaterialien basierender Kunststein. Es ist möglich, die erste Schicht aus einem anderen Gussmaterial als die zweite Schicht herzustellen. Hierbei ist es besonders bevorzugt, wenn die zum Gebäudeinneren gewandte Schicht aus Beton besteht. Vorzugsweise ist das Gussmaterial in beiden Schichten Beton.

[0009] Eine weitere Verbesserung der thermischen Trennung wird ermöglicht, wenn ein Gussmaterial mit möglichst geringem Wärmedurchgang zum Einsatz kommt. Hier eignet sich z.B. ein hydraulisches Gussmaterial, bevorzugt Beton, dem neben oder anstelle eines üblichen Zuschlagstoffes ein Leichtzuschlagstoff wie Blähton, Bläschiefer, Blähglas etc. zugefügt wird.

[0010] Die Lichtleitfasern ermöglichen wie bei dem bekannten Lichtbeton den Durchtritt von Licht durch das Bauelement. Vorteilhaft tragen sie auch zur Stabilität des Bauelements bei, da sie wie eine Armierung wirken. Material, Form und Querschnittsfläche der Lichtleitfasern können im Prinzip frei gewählt werden. Es versteht sich, dass das Material mit dem Isoliermaterial und dem Gussmaterial verträglich sein muss. An sich bekannte Lichtleitfasern aus Glas oder Kunststoff sind daher ein bevorzugtes Material.

[0011] Die Lichtleitfasern können sowohl als Einzelfasern, als auch, vorzugsweise, als Verbund mehrerer Fasern, d.h. als Gewebe, Gewirke, Gelege, Gestricke, etc. eingesetzt werden. Hierbei eignen sich sämtliche Flächengebilde, in welchen die Lichtleitfasern miteinander in einem im wesentlichen fixierten Abstand zu einer Fläche verbunden werden. Insbesondere eignen sich die Körperbindungen aller bekannten Webwaren, Strickwaren und Vliesstoffe.

[0012] Ebenso ist es denkbar Faserbündel anstelle von Einzelfasern zu verwenden. Eine "Lichtleitfaser" im Sinne der Erfindung wird dabei von einem Bündel einzelner Fasern gebildet, kommerziell erhältlich sind z.B. Lichtleiter, bei denen 280 Einzelfasern mit einem Durchmesser von 50 - 250 μm ein Faserbündel mit einem Durchmesser von 53 μm - 1 mm bilden oder 630 Fasern mit

einem Durchmesser von 70 µm ein Faserbündel mit einem Durchmesser von ca. 2 mm ergeben.

[0013] Typischerweise bestehen Lichtleiter mit geringen Faserdurchmessern aus Glas. Einzelfasern mit einem größeren Durchmesser bestehen vorzugsweise aus Polymethylmethacrylat, Polystyrol, Polyethylenterephthalat und anderen Kunststoffen. Typische Durchmesser betragen hierbei 0,25 bis 0,5 mm. Es sind aber auch andere Durchmesser brauchbar, von sehr feinen Fasern mit Durchmessern im Bereich von 10 µm bis hin zu sehr dicken Fasern mit Durchmessern im Bereich von einigen mm, z.B. 1 mm bis 3mm. Auch noch größere Durchmesser sind, je nach gewünschtem optischen Effekt, einsetzbar, so z.B. Durchmesser von einigen mm bis zu einigen cm oder dm, wie beispielsweise 5 mm bis 10 cm.

[0014] Die Isolierschicht kann aus jedem an sich bekannten Isoliermaterial bestehen, besonders gut eignen sich ihm wesentlichen nicht kompressible Isoliermaterialien wie z.B. Kunststoffhartschaum, Schaumglas und Kork. Bei kompressiblen Materialien, z.B. weicheren Kunststoffschäumen, Glasfaser, Mineralfaser oder natürlichen Fasern oder auch Granulaten wie z.B. Blähton umfasst das Bauelement vorzugsweise zusätzlich entsprechende Abstandshalter bzw. Verankerungen, die die beiden Schichten aus Gussmaterial miteinander verbinden und ihren Abstand festlegen. Die Verankerungen bestehen vorzugsweise aus glasfaserverstärkten Elementen (GFK) zur Vermeidung bzw. Reduzierung von Wärmebrücken.

[0015] Es ist weiterhin bevorzugt, zur Erhöhung der Tragfähigkeit neben den Lichtleitfasern eine Bewehrung in das Bauelement einzubringen. Besonders geeignet sind Lochbleche, die vorzugsweise etwa 1 bis 5, insbesondere etwa 1,5 bis 3 cm in das Gussmaterial hineinragen. Alternativ können beispielsweise Gitter, Stäbe, Flachstäbe, Baueisen usw. sowie auch eine Bewehrung aus einer Kombination dieser Elemente zum Einsatz kommen. Im Hinblick auf die thermische Trennung sollte die Anzahl der Bewehrungselemente bzw. ihr Anteil an dem Bauelement gering sein und/oder das Material der Bewehrung eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen.

[0016] Die erfindungsgemäßen Bauelemente übernehmen nicht nur die Funktion der Wärme-Dämmung und Fassadengestaltung, sondern auch zugleich die tragenden Funktionen. Mit dem erfindungsgemäßen Bauelement wird somit eine besonders schnelle Bauweise ermöglicht.

[0017] Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen Bauelemente kommt sowohl in Bezug auf den Verlust von Wärme als auch in Bezug auf das Eindringen von Wärme zum Tragen. So können nicht nur Heizkosten verringert sondern insbesondere auch die Kosten für eine Klimatisierung deutlich reduziert werden. Typische U-Werte für die erfindungsgemäßen Bauelemente betragen von 0,1 bis 0,5 W/m²K, vorzugsweise 0,15 bis 0,4 W/m²K und insbesondere 0,18 bis 0,31 W/m²K.

[0018] Neben der Lichtdurchlässigkeit als solches las-

sen sich bei Gebäuden mit Umfassungsbauteilen aus den erfindungsgemäßen Bauelementen weitere Effekte realisieren. So können bei Dunkelheit im Inneren des Gebäudes Leuchtreklame oder andere beleuchtete Designs die Fassade statisch oder variabel gestalten.

[0019] Das erfindungsgemäße Bauelement kann sowohl großflächig als auch mit kleineren Abmessungen bereitgestellt werden. Großflächige Elemente können beispielsweise ganze Wände oder größere Teile von Wänden sein. Mit kleineren Elementen, die z.B. die Abmessungen üblicher Ziegel oder Betonbausteine aufweisen, lassen sich individuelle Gestaltungen verwirklichen. Zur Komplettierung der kleineren Elemente können auch gedämmte Bauelemente ohne Lichtleitfasern mit denselben Abmessungen als System bereit gestellt werden.

[0020] Die Erfindung betrifft demgemäß auch ein System zur Erstellung von Wärme-gedämmten Gebäuden, umfassend Bauelemente mit einer ersten Schicht aus einem Gussmaterial, einer Isolierschicht und einer zweiten Schicht aus einem Gussmaterial, wobei in einem Teil der Bauelemente Lichtleitfasern von einer äußeren, der Isolierschicht abgewandten Seite der Oberfläche der ersten Schicht durch diese hindurch, durch die Isolierschicht und durch die zweite Schicht hindurch zu der Oberfläche der zweiten Schicht, die der Isolierschicht abgewandt ist, eingebettet sind.

[0021] Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung von lichtdurchlässigen, isolierenden Bauelementen mit einer ersten Schicht aus einem Gussmaterial, einer Isolierschicht und einer zweiten Schicht aus einem Gussmaterial, wobei Lichtleitfasern von einer äußeren, der Isolierschicht abgewandten Seite der Oberfläche der ersten Schicht durch diese hindurch, durch die Isolierschicht und durch die zweite Schicht hindurch zu der Oberfläche der zweiten Schicht, die der Isolierschicht abgewandt ist, eingebettet sind, umfassend die Schritte:

- a) Bereitstellen einer Form mit einer gewählten Breite, Tiefe und Höhe
- b) Einlegen eines Isoliermaterials, dessen Abmessungen in Breite und Höhe geringer sind, als die der Form
- c) Einfüllen von Gussmaterial in die Form bis zur Höhe des Isoliermaterials
- d) Auflegen von Lichtleitfasern von einer ersten Wandung der Form zu einer zweiten gegenüberliegenden Wandung der Form

und Wiederholen der Schritte b bis d bis die Form gefüllt ist.

[0022] Nach dem Erhärten wird der Rohling aus der Form genommen und nötigenfalls die Enden der Lichtleiter in den Seitenflächen durch Sägen, Schleifen oder ähnliches freigelegt.

[0023] Es ist möglich, vor dem ersten Einlegen des Isoliermaterials eine Schicht Gussmaterial einzufüllen, so dass der Boden der Form über seine gesamte Breite

und Tiefe mit Gussmaterial bedeckt ist. Vorzugsweise wird jedoch keine durchgehende Schicht aus Gussmaterial vorgesehen.

[0024] Es ist möglich, die letzte Schicht Isoliermaterial in der Höhe etwas niedriger als die verbleibende Höhe der Form zu wählen und oberhalb der Lichtleitfasern die Form über ihre gesamte Breite und Tiefe mit Gussmaterial aufzufüllen. Vorzugsweise wird jedoch keine durchgehende Schicht aus Gussmaterial vorgesehen.

[0025] Die Abmessungen des Isoliermaterials in der Tiefe können entweder geringer oder gleich denjenigen der Form sein. Sind sie geringer, wird ein allseitig von Gussmaterial umschlossener Isolierkern erhalten. Bevorzugt entspricht die Tiefe jedoch der Tiefe der Form, so dass das Bauelement über seine gesamte Tiefe, welche sich parallel zu der zu erstellenden Wand erstreckt, eine Dämmschicht aufweist. Ein mit den Bauelementen errichtetes Umfassungsbauteil eines Gebäudes weist somit eine durchgehende Dämmschicht auf.

[0026] Es ist bevorzugt, die Lagen aus Isoliermaterial miteinander zu fixieren, um ein Eindringen des Gussmaterials zwischen die Lagen aus Isoliermaterial zu verhindern. Dazu kann vorteilhaft nach dem Auflegen der Fasern und der folgenden Lage Isoliermaterial diese Lage mit der vorherigen Lage durch Kleben, Nadeln oder ähnliche bekannte Verfahren fixiert werden.

[0027] Zur Automatisierung des Verfahrens kann die Form mit einem beweglichen Boden versehen sein, so dass vor dem Schritt d) die von Isoliermaterial und Gussmaterial gebildete Lage in der Form mit deren Oberkante abschließt. Die Lichtleitfasern können somit von einem Vorrat aus aufgelegt, vorzugsweise am Rand der Form festgelegt und passend abgelängt werden. Zur Festlegung eignet sich insbesondere eine Klemmvorrichtung oder eine Fixierung an dem Isoliermaterial. Vor der nächsten Abfolge der Schritte b) bis c) wird der Boden der Form dann um die gewählte Höhe der nächsten Lage abgesenkt, so dass im Schritt c) wiederum Isoliermaterial und Gussmaterial die Form bis zu ihrer Oberkante füllen. Nach dem Erhärten wird der Rohling aus der Form entnommen und die Enden der Lichtleitfasern werden durch Schleifen und/oder Sägen oder ähnliches freigelegt. Die Flächen können vorzugsweise poliert werden.

[0028] Ein alternatives erfindungsgemäßes Verfahren sieht vor, dass die Lagen aus Isoliermaterial und Lichtleitfasern fertig verbunden in der vorgesehenen Höhe bereitgestellt werden und in einer Form/Schalung mit dem Gussmaterial umgossen werden. Hierzu können Lichtleitfasern mit der benötigten Steifigkeit gewählt werden, die z.B. in den Fasern selber vorhanden ist oder aber durch das Gewebe, Gewirke oder Gelege gewährleistet wird. Es ist auch bevorzugt, insbesondere bei Geweben etc. die Ränder an der Schalung festzulegen.

[0029] In einer bevorzugten Variante wird ein Gewebe, Gelege oder Gewirke der Lichtleitfasern verwendet. Dieses wird an seinen später an den Außenseiten des Bauelementes liegenden Enden/Kanten an der Schalung eingeklemmt, eingehängt, mit elastischen Verbindungs-

elementen gespannt oder anderweitig befestigt. Es kann vorteilhaft sein, die Enden/Kanten ganz oder in Teilbereichen zu versteifen bzw. zu verstärken, etwa durch Verbindung mit einem Lochblech oder Gitter aus Metall, Kunststoff oder ähnlichem. Es ist weiterhin vorteilhaft, Gewebe, Gelege oder Gewirke aus Lichtleitfasern insgesamt zu verstärken oder zur Erleichterung/Verbesserung eines Festlegens durch Einspannen einen elastischen Faden einzubringen.

[0030] Bei dieser Art der Herstellung besteht eine vorteilhafte Ausführungsform darin, die Isolierschicht waagrecht in die Schalung einzubringen, d.h. mit ihrer Fläche parallel zum Boden der Schalung. Entweder wird dann zunächst eine Schicht aus Gussmaterial gegossen und die zweite Schicht anschließend nach Kippen der Schalung gegossen oder aber die zweite Schicht wird parallel durch injizieren/fluten unterhalb der Isolierschicht gegossen. Der Vorteil an diesem Verfahren ist, dass auch sehr große Abmessungen des Bauelementes möglich sind, wie sie bei bekannten Betonfertigteilen üblich sind. Es können ganze Wände oder Decken erstellt werden. Auch hier erfolgt zweckmäßig eine Nachbehandlung der Flächen, in denen die Lichtleitfasern enden. Besonders vorteilhaft kann bei dieser Nachbehandlung gleichzeitig eine etwaige Verstärkung der Enden/Kanten von dem Bauelemente entfernt werden.

[0031] Zur Rationalisierung der Herstellung kann eine Form/Schalung so bemessen werden, dass mehrere Bauelemente gleichzeitig erstellt werden. Hierbei wird die Breite der Form, d.h. ihre Abmessung quer zur Isolierschicht, so gewählt, dass zwei, drei, vier, fünf oder noch mehr Isolierschichten mit den für die Gussmaterialsichten vorgesehenen Breiten hineinpassen. Dann werden wie oben beschrieben Bauelemente lagenweise oder mittels Umgießen von Kernen aus Isoliermaterial und Lichtleitfasern hergestellt. Nach dem Erhärten des Gussmaterials werden die Bauelemente durch Zerteilen der, in diesem Fall zwei Gussmaterialsichten darstellenden, Gussmaterialsichten zwischen den Isolierschichten erhalten. Ein Schleifen und/oder Polieren kann folgen.

[0032] Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass die Bauelemente sich wie übliche Bausteine oder Platten auch in speziellen Formen, z.B. rund, dreieckig etc., fertigen lassen bzw. auf der Baustelle zugeschnitten werden können.

[0033] Die erfindungsgemäßen Bauelemente und ihre Herstellung sollen anhand der beigefügten Figuren näher erläutert werden, ohne jedoch auf die konkret gezeigten Ausführungsformen beschränkt zu sein. Es zeigt:

[0034] Figur 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Bauelements,

[0035] Figur 2 a bis c die Schritte des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung in einer schematischen Darstellung,

[0036] Figur 3 veranschaulicht das zweite bevorzugte erfindungsgemäße Herstellungsverfahren in einer ersten Variante,

[0037] Figur 4 veranschaulicht das zweite bevorzugte erfindungsgemäße Herstellungsverfahren in einer zweiten Variante,

[0038] Figur 5 zeigt einen Rohling bei dem mehrere Bauelemente in einer Schalung gleichzeitig hergestellt werden

[0039] Figur 6 zeigt ein typisches Gewebe zur Herstellung der erfindungsgemäßen Bauelemente.

[0040] In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Bauelement 1 mit einer Breite B, einer Tiefe T und einer Höhe H gezeigt, welches zwei äußere Schichten aus Gussmaterial 2 und einen Kern aus Isoliermaterial 3 umfasst. Lichtleitfasern 4 durchziehen das Bauelement 1, deren Endungen auf der rechten, vorderen Seitenfläche schematisch dargestellt sind und deren andere Endungen auf der gegenüberliegenden Seite liegen. Das Bauelement ist lagenweise aufgebaut, der Kern aus Isoliermaterial 3 besteht aus Lagen von Isoliermaterial 3', 3" usw., zwischen denen jeweils die Lichtleitfasern 4 eingelegt sind.

[0041] In der Figur 2 a bis c wird die erste erfindungsgemäß vorgeschlagene Herstellung der Bauelemente 1 veranschaulicht. Es wird eine Form oder Schalung 10 mit einem beweglichen Boden 11 verwendet. Diese weist eine Breite B und Tiefe T entsprechend den gewünschten Maßen des Bauelements 1 auf. Die Höhe H des Bauelements wird bei teilweise oder vollständiger Absenkung des beweglichen Bodens 11 erreicht.

[0042] In Figur 2 a sieht man eine erste oder unterste Lage aus Isoliermaterial 3', die in die Form eingelegt ist. Hier entspricht die Tiefe des Isoliermaterials der Tiefe T der Form, die Breite ist geringer als die Breite B der Form. Der bewegliche Boden 11 befindet sich um die gewünschte Höhe der ersten Lage unterhalb der Oberkante der Form.

[0043] In Figur 2b wird das Einfüllen des Gussmaterials 2 gezeigt. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Gussmaterial um Beton, es sind aber auch andere erhärtende Massen denkbar. Insbesondere ist es denkbar, zwei verschiedene Gussmaterialien 2 zu verwenden, so dass die als äußere Oberfläche des Bauelements 1 vorgesehene Schicht aus Gussmaterial 2 z.B. gefärbt ist oder aus einer Kunststeinmasse besteht. Für das Einfüllen wird vorzugsweise eine automatische Vorrichtung verwendet. Das eingefüllte Gussmaterial 2 kann, z.B. mittels einer Rüttelvorrichtung, geglättet und/oder entlüftet werden. Die Oberflächen von Gussmaterial 2 und Isoliermaterial 3 sollten eine ebene Fläche bilden und in der hier gezeigten Ausführungsform mit der Oberkante der Form 10 abschließen.

[0044] Im nächsten Schritt, der in Figur 2c gezeigt ist, werden die Lichtleitfasern 4 aufgelegt. Hier werden einzelne Fasern verwendet, die von einer Rolle 12 abgewickelt, auf die Oberfläche aus Gussmaterial 2 und Isoliermaterial 3 aufgelegt und abgelängt werden. Es ist ebenso möglich, die Lichtleitfasern 4 in Form eines Gewirkes, Geleges oder Gewebes aufzubringen. Im gezeigten Beispiel werden die Fasern über die gesamte Tiefe des Bauelements gleichmäßig aufgelegt. Es ist auch

denkbar, die Fasern in unregelmäßigen Abständen und/oder nur in Teilbereichen aufzulegen. Teilbereiche können so gewählt werden, dass sich ein Muster oder eine vorbestimmte Figur ergibt.

[0045] Zum weiteren Aufbau des Bauelements 1 wird der Boden 11 der Form 10 abgesenkt, erneut Isoliermaterial 3 eingelegt, Gussmaterial 2 eingefüllt und Lichtleitfasern 4 aufgelegt. Die Schritte werden wiederholt, bis die gewünschte Höhe des Bauelements erreicht ist, und in der Regel der Boden 11 seine tiefste Position erreicht hat.

[0046] Wie leicht ersichtlich ist, hängt der vertikale Abstand der Lichtleitfasern von der Höhe einer Lage aus Isoliermaterial und Gussmaterial ab. Diese Höhe kann innerhalb eines Bauelements gleich sein, oder aber variiert werden. Typischerweise stellt der Abstand einen Kompromiss aus Kosten und Lichtdurchlässigkeit dar, denn je mehr Lagen herzustellen sind, desto aufwändiger ist die Herstellung. Typische Abstände der Lagen bzw. Höhen einzelner Lagen Isoliermaterial betragen 0,3 bis 4,0 cm, vorzugsweise 0,5 bis 2,0 oder 3,0 cm.

[0047] Der horizontale Abstand der Lichtleitfasern 4 wird beim Auflegen festgelegt. Verwendet man z.B. ein Gewebe, bestimmen die dort festgelegten Abstände die Anordnung. Einzelfasern können variabel verteilt werden, sowohl gleichmäßig als auch ungleichmäßig. Typische Abstände der Fasern in einer Lage betragen bei regelmäßiger Anordnung von 0,5 bis 10 mm, vorzugsweise von 1 bis 5 mm. Bei weitmaschigen Geweben ist es auch möglich, mehrere Lagen Gewebe übereinander einzubauen, z.B. 2, 3, 4, 5 und bis zu zehn Lagen, welche dann beim Einfüllen von dem Gussmaterial durchdrungen werden.

[0048] In Figur 3 ist das zweite erfindungsgemäße Herstellungsverfahren veranschaulicht. Die mit gestrichelten Linien angedeutete Schalung 10 dient auch der Festlegung der Lichtleitfasern 4. Weiter ist die Isolierschicht aus Isoliermaterial 3 zu erkennen, welche lagenweise aufgebaut ist. Der Übersichtlichkeit halber ist nur die erste Lage aus Lichtleitfasern 4 gezeigt, solche Lagen sind analog jeweils zwischen zwei Lagen Isoliermaterial 3 angeordnet. Die Isolierschicht wird in Figur 3 waagrecht zum Boden 11 der Schalung 10 angeordnet.

[0049] In Figur 4 ist das zweite erfindungsgemäße Herstellungsverfahren veranschaulicht, wobei die Isolierschicht wie beim lagenweisen Aufbau senkrecht auf dem Boden 11 der Form 10 steht. Auch hier ist der Übersichtlichkeit halber nur eine Lage Lichtleitfasern 4 gezeigt. Man erkennt, dass im Unterschied zum lagenweisen Aufbau die Isolierschicht wie gezeigt auch senkrechte Teilungen aufweisen kann. Die Form 10 dient wiederum zur Festlegung der Lichtleitfasern 4. Das Gussmaterial kann entweder vollständig von oben eingegossen werden oder aber, besonders bei geringen Abständen der Lichtleitfasern, zusätzlich oder auch ausschließlich durch seitliches injizieren bzw. fluten durch den Boden 11 hindurch. Hierzu werden entsprechende verschließbare Öffnungen 13 im Boden 11 zum Fluten und Öffnungen 14 in der

Seitenwand 15 der Form 10 zum injizieren vorgesehen.

[0050] Die Figur 5 zeigt einen Rohling umfassend drei Isolierschichten aus Isoliermaterial 3, welche jeweils von Schichten aus Gussmaterial 2 umgeben sind. Auf der rechts gezeigten Fläche sind die Enden der Lichtleitfasern 4 schematisch angedeutet. Die erfindungsgemäßen Bauelemente 1 werden durch Auftrennen des Rohlings entlang der mit strichpunktieren Linien angedeuteten Ebenen A-A, z.B. mittels einer Säge, erhalten. Im gezeigten Beispiel erhält man drei erfindungsgemäße Bauelemente 1.

[0051] Figur 6 zeigt ein typisches Gewebe 20 mit Lichtleitfasern 4. Die Querfäden 21 können aus Natur- oder Kunstfasern bestehen, z.B. aus Baumwolle oder Polyester. An den Enden 22, hier ist nur eines gezeigt, sind dichtgewebte Querfäden 23 zur Stabilisierung/Verstärkung eingearbeitet. Das Material der Querfäden 23 kann einerseits fester sein, als das der übrigen Querfäden 22. Alternativ oder zusätzlich kann es auch elastisch sein. Bei beiden Varianten ist die Festlegung des Gewebe 20 an der Schalung erleichtert bzw. verbessert.

[0052] Ein Bauelement 1 kann je nach Einsatzzweck sehr verschiedene Abmessungen aufweisen. Von Wandelementen mit Tiefen und Höhen von einigen Metern bis hin zu Bausteinen mit Tiefen und Höhen im Bereich von Dezimetern. Die Breite B wird davon bestimmt, welche Lasten das Element aufnehmen soll und welcher thermischen Widerstand (U-Wert) gewünscht ist. Empfohlene Isolierschichtdicken, d.h. Breiten des Isoliermaterial, liegen im Bereich von 3 bis 30 cm, typisch sind 6 bis 15 cm. Dazu kommen die Schichten aus Gussmaterial, welche geeigneterweise jeweils Breiten im Bereich von etwa 2 bis 15 cm, vorzugsweise von 3 bis 6 cm stark sind. Insgesamt ergeben sich damit Breiten B des Bauelements von 7 bis 60 cm, vorzugsweise von 12 bis 27 cm.

[0053] Ein typisches Wandelement wird bei bevorzugten Breiten im Bereich von 10 bis 30 cm weitere Abmessungen im Bereich folgender Werte haben: Tiefe 20 bis 500 cm, Höhe 10 bis 400 cm, vorzugsweise Tiefe 50 bis 200 cm, Höhe 30 bis 150 cm. Ein typischer Baustein weist bei einer Breite von 10 bis 20 cm eine Tiefe von 20 bis 200 cm und eine Höhe von 10 bis 150 cm auf. Typische Abmessungen wären z.B. Breite 15 cm, Tiefe 100 cm und Höhe 50 cm. Es liegt im Rahmen der Erfindung Bausteine, auch mit kleineren Abmessungen als oben genannt, in Bauelemente mit größeren Abmessungen einzugießen.

[0054] In einer bevorzugten Ausführungsform stellt die vorliegende Erfindung ein System aus Bauelementen mit thermischer Trennung bereit, bei dem einige Bauelemente lichtdurchlässig sind und von den Abmessungen her abgestimmte Bauelemente nicht. Vorzugsweise haben die Bauelemente eher kleine Abmessungen, so dass sich durch deren Anordnung Muster oder Figuren gestalten lassen.

[0055] Die erfindungsgemäßen Bauelemente erweitern die Möglichkeiten des Designs deutlich, wobei je-

doch Kosten und Aufwand vergleichsweise gering bleiben. Auch die Geschwindigkeit bei der Herstellung von Gebäuden wird erhöht, da ein separater Schritt zum Aufbringen der Wärmedämmung entfällt. Es wird ein einheitliches, sehr stabiles, tragfähiges Material mit exzellenten Wärmedämmeigenschaften bereitgestellt.

Bezugszeichenliste

10 **[0056]**

1	Bauelement
2	Gussmaterial
3	Isoliermaterial
15 3'	erste/unterste Lage Isoliermaterial
3"	zweite Lage Isoliermaterial
4	Lichtleitfaser
10	Form
20 11	Boden
12	Rolle mit Fasern
13	Öffnung im Boden
14	Öffnung in der Seitenwand
15	Seitenwand
25 20	Gewebe
21	Querfäden
22	Ende des Gewebes
23	verstärkte/elastische Querfäden

Patentansprüche

1. Bauelement (1), umfassend eine erste Schicht aus einem Gussmaterial (2), eine Isolierschicht (3) und eine zweite Schicht aus einem Gussmaterial (2), wobei Lichtleitfasern (4) von einer äußeren, der Isolierschicht abgewandten Seite der Oberfläche der ersten Schicht durch diese hindurch, durch die Isolierschicht und durch die zweite Schicht hindurch zu der Oberfläche der zweiten Schicht, die der Isolierschicht abgewandt ist, eingebettet sind.
2. Bauelement gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen U-Wert von 0,1 bis 0,5 W/m²K, vorzugsweise von 0,15 bis 0,4 W/m²K und insbesondere von 0,18 bis 0,31 W/m²K aufweist.
3. Bauelement gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gussmaterial Beton ist.
4. Bauelement gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Isoliermaterial ein im wesentlichen nicht kompressibles Isoliermaterial, vorzugsweise Kunststoffhartschaum Schaumglas oder Kork, ist.
5. Bauelement gemäß mindestens einem der Ansprü-

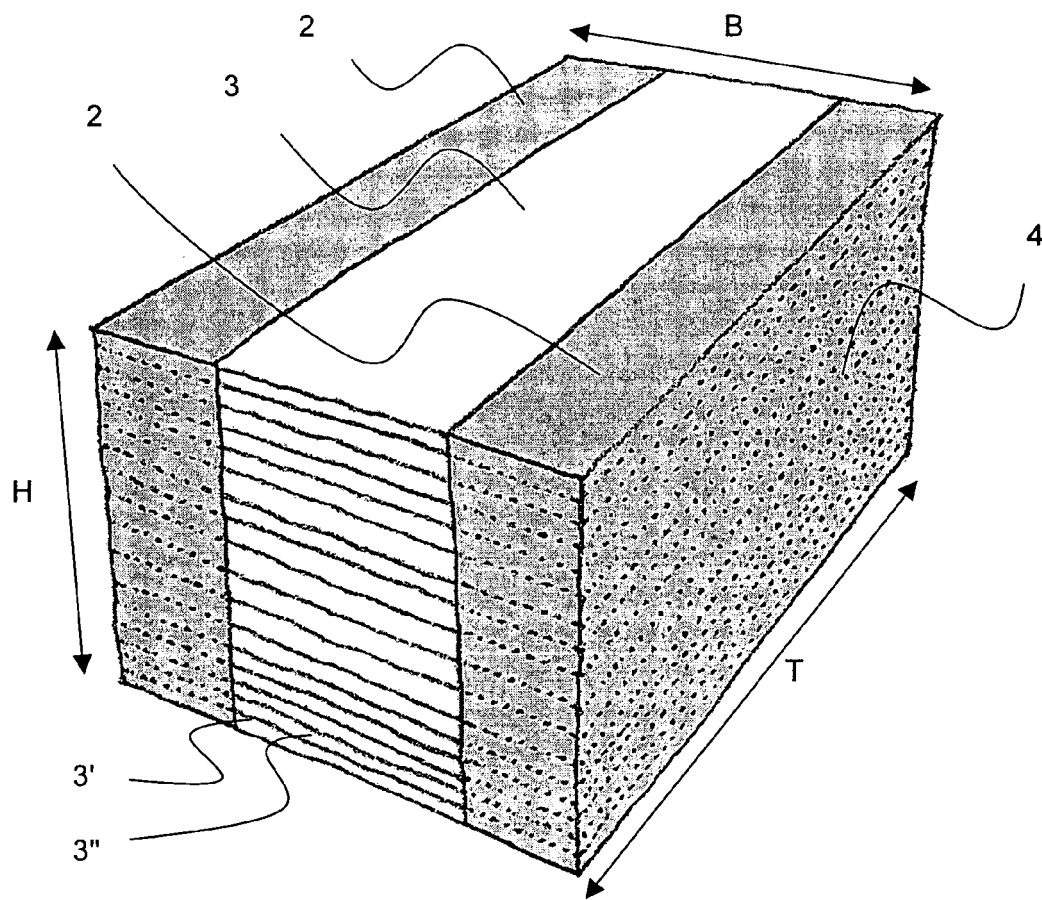
che 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bewehrungen in dem Bauelement vorgesehen sind.

6. Bauelement gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrung aus Gittern, Stäben, Lochblechen, Flachstäben und/oder Baueisen besteht. 5
7. Bauelement gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrungen sich durch die Isolierschicht erstrecken und 1 bis 5 cm, vorzugsweise 1,5 bis 3 cm in das Gussmaterial hineinragen. 10
8. System zur Erstellung von Wärme-gedämmten Gebäuden, umfassend Bauelemente (1) mit einer ersten Schicht aus einem Gussmaterial (2), einer Isolierschicht (3) und einer zweiten Schicht aus einem Gussmaterial (2), wobei zumindest in einem Teil der Bauelemente (1) Lichtleitfasern (4) von einer äußeren, der Isolierschicht abgewandten Seite der Oberfläche der ersten Schicht durch diese hindurch, durch die Isolierschicht und durch die zweite Schicht hindurch zu der Oberfläche der zweiten Schicht, die der Isolierschicht abgewandt ist, eingebettet sind. 15 20 25
9. Verfahren zur Herstellung von lichtdurchlässigen, isolierenden Bauelementen (1) mit einer ersten Schicht aus einem Gussmaterial (2), einer Isolierschicht (3) und einer zweiten Schicht aus einem Gussmaterial (2), wobei Lichtleitfasern (4) von einer äußeren, der Isolierschicht abgewandten Seite der Oberfläche der ersten Schicht durch diese hindurch, durch die Isolierschicht und durch die zweite Schicht hindurch zu der Oberfläche der zweiten Schicht, die der Isolierschicht abgewandt ist, eingebettet sind, umfassend die Schritte: 30 35
 - a) Bereitstellen einer Form (10) mit einer gewählten Breite (B), Tiefe (T) und Höhe (H)
 - b) Einlegen eines Isoliermaterials (3), dessen Abmessungen in Breite und Höhe geringer sind, als die der Form (10)
 - c) Einfüllen von Gussmaterial (2) in die Form (10) bis zur Höhe des Isoliermaterials (3)
 - d) Auflegen von Lichtleitfasern (4) von einer ersten Wandung der Form (10) zu einer zweiten gegenüberliegenden Wandung der Form (10) und Wiederholen der Schritte b bis d bis die Form gefüllt ist. 40 45 50
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form einen vertikal beweglichen Boden (11) aufweist, der vor dem Schritt b) auf einen solchen Abstand unter der Oberkante der Form (10) eingestellt wird, wie das Isoliermaterial (3) hoch ist. 55
11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtleitfasern (4) in Form

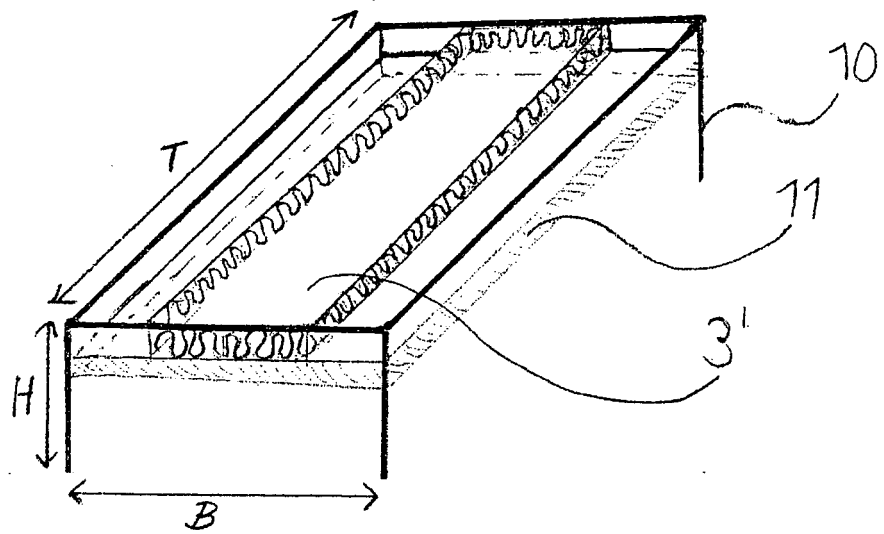
von Einzelfasern, Geweben, Gewirken oder Gelegen aufgelegt werden.

12. Verfahren zur Herstellung von lichtdurchlässigen, isolierenden Bauelementen (1) mit einer ersten Schicht aus einem Gussmaterial (2), einer Isolierschicht (3) und einer zweiten Schicht aus einem Gussmaterial (2), wobei Lichtleitfasern (4) von einer äußeren, der Isolierschicht abgewandten Seite der Oberfläche der ersten Schicht durch diese hindurch, durch die Isolierschicht und durch die zweite Schicht hindurch zu der Oberfläche der zweiten Schicht, die der Isolierschicht abgewandt ist, eingebettet sind, umfassend die Schritte:
 - i) Erstellen der Isolierschicht (3) mit eingebetteten Lichtleitfasern (4)
 - ii) Einbringen der Isolierschicht (3) mit den Lichtleitfasern (4) in eine Schalung (10), so dass ein Raum zwischen Schalung (10) und Isolierschicht (3) verbleibt, wobei sich die Lichtleitfasern (4) bis zur Wandung der Schalung (10) erstrecken
 - iii) Auffüllen des Raums zwischen Schalung (10) und Isolierschicht (3) mit dem Gussmaterial (2) durch eingießen, injizieren und oder fluten.
13. Verfahren gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtleitfasern (4) vor Schritt iii an der Schalung (10) festgelegt, vorzugsweise festgeklemt, werden.
14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Bauelemente (1) gleichzeitig in einer Schalung (19) hergestellt werden, indem die Breite der Schalung (10) so bemessen ist, dass sie der Breite (B) mehrerer Bauelemente (1) entspricht, wobei mehrere Lagen Isoliermaterial (3) bzw. Isolierschichten im Schritt b bzw. ii in die Schalung (10) eingebracht werden und nach Abschluss der Schritte b bis d bzw. des Schrittes iii ein Rohling erhalten wird aus dem die Bauelemente (1) durch Trennen erhalten werden.

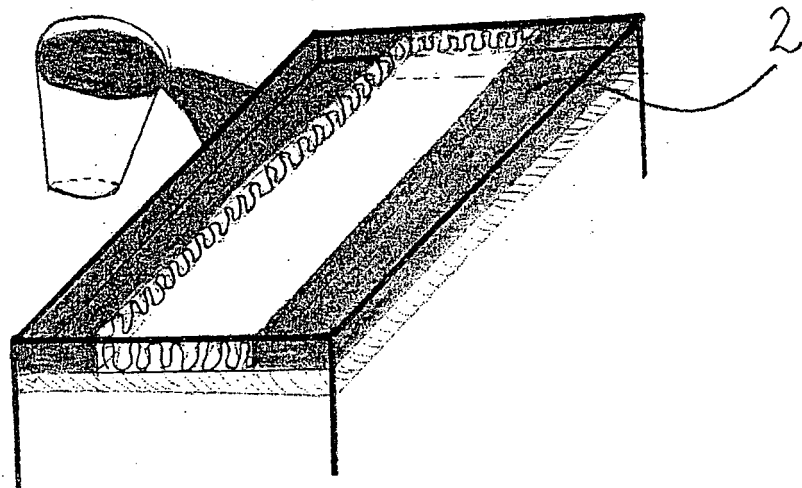
Figur 1



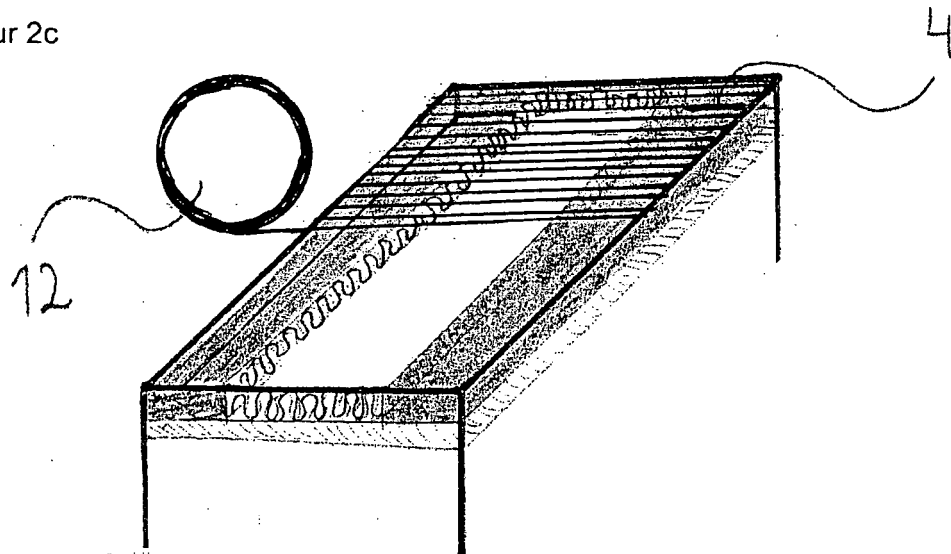
Figur 2a



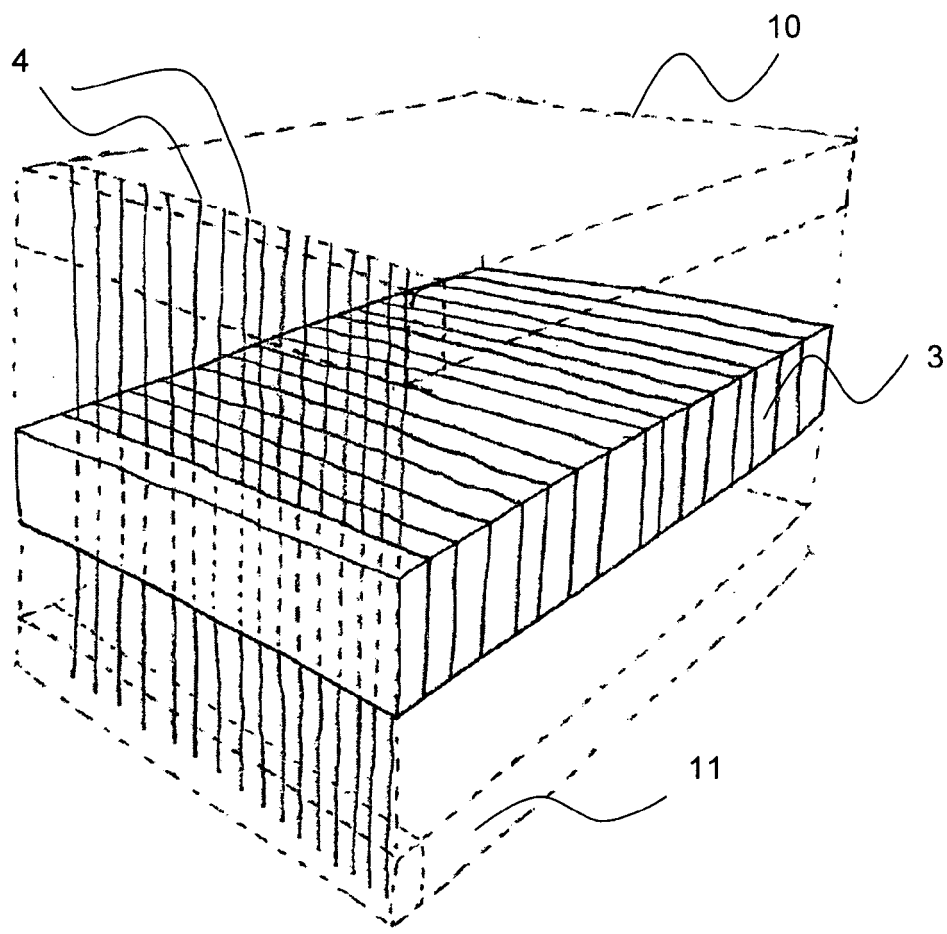
Figur 2b



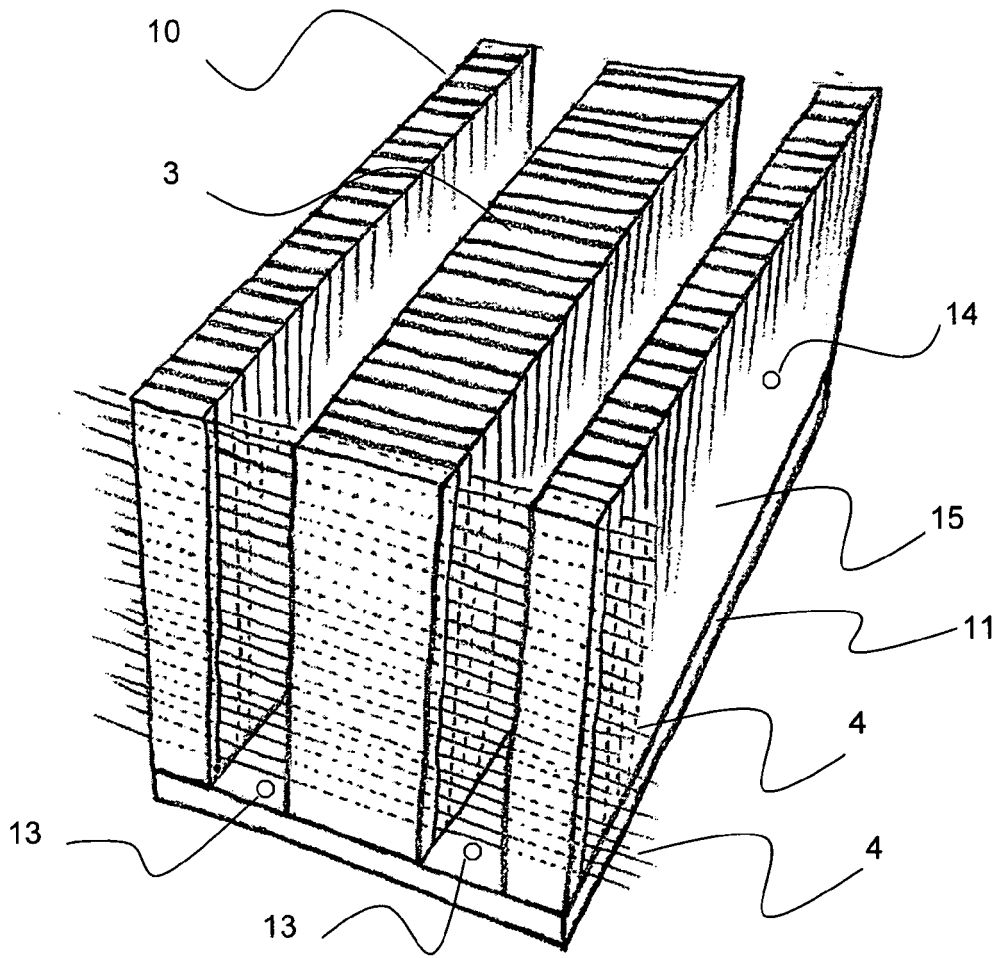
Figur 2c



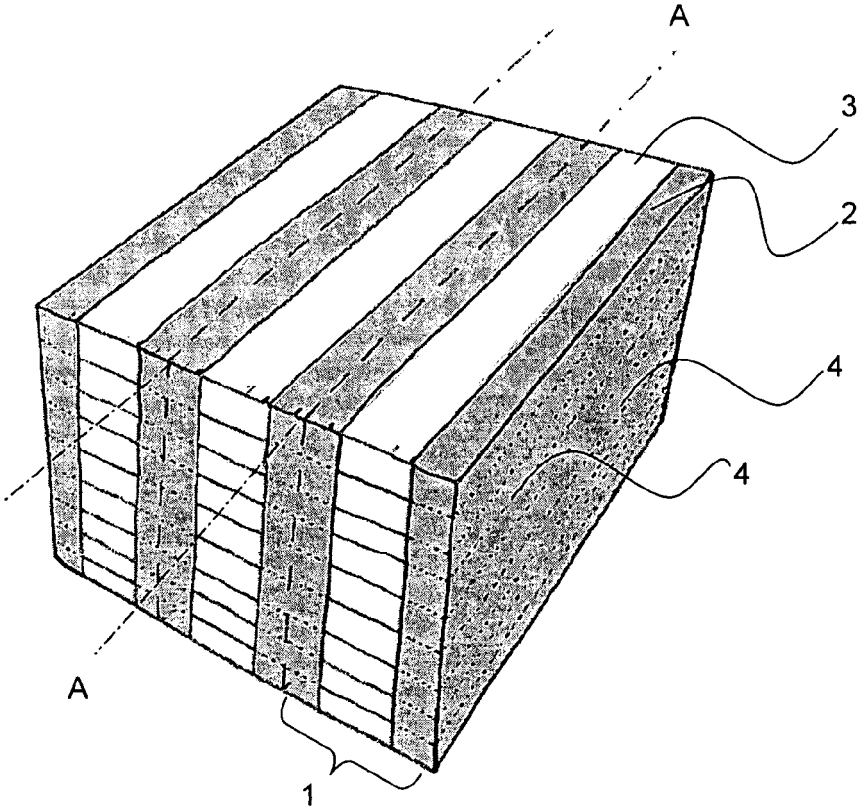
Figur 3



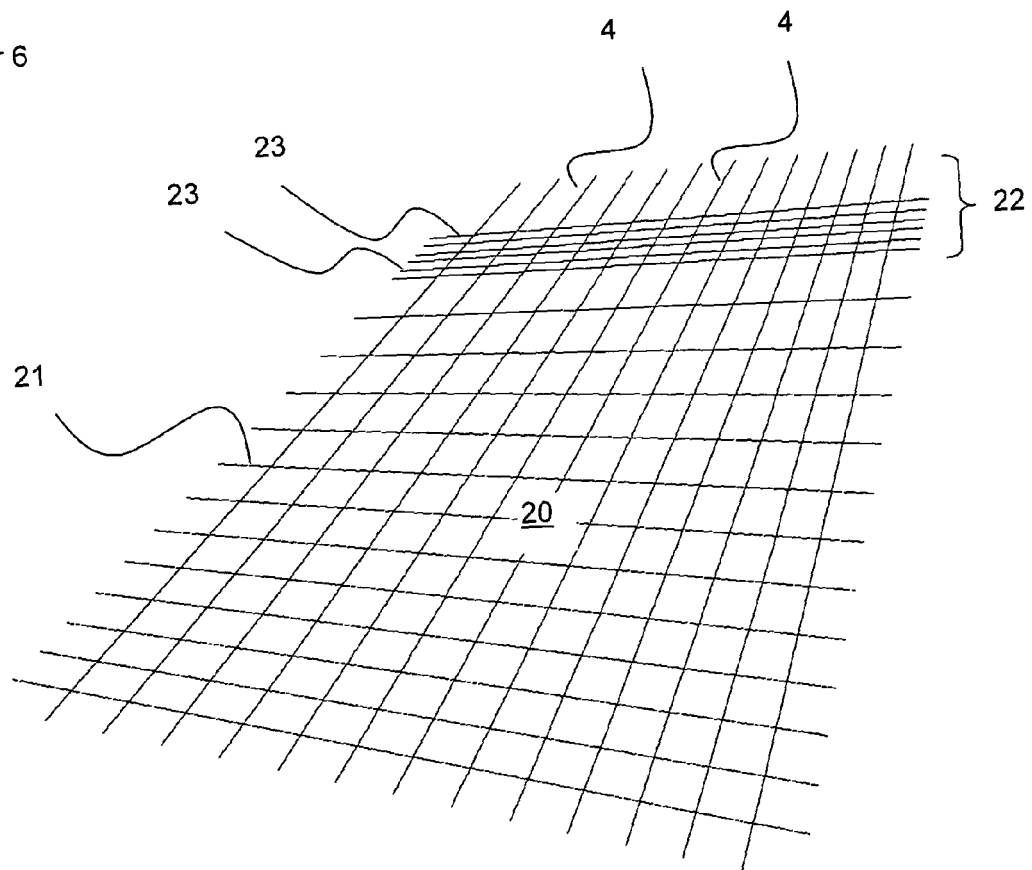
Figur 4



Figur 5



Figur 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 01 6753

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 970 179 A (DELUNAMAGMA IND GMBH [AT]) 17. September 2008 (2008-09-17)	1-8,12	INV. B28B19/00 E04C2/54
Y	* Absatz [0001] * * Absatz [0010] - Absatz [0013] * * Absatz [0018] - Absatz [0039] * * Absatz [0049] - Absatz [0083]; Ansprüche 1-5,9-11,15,20; Abbildungen 1-12 *	13,14	
Y	WO 2008/031610 A (DELUNAMAGMA IND GMBH [AT]; FISCHER OLIVER [AT]) 20. März 2008 (2008-03-20) * Seite 1, Absatz 1 * * Seite 3, Absatz 3 - Seite 4, Absatz 4 * * Seite 6, Absatz 10 - Seite 8, Absatz 2 * * Seite 10, Absatz 3 - Absatz 6; Ansprüche 1-4,9,10,20-25; Abbildungen 1-3 *	9-11,14	
Y	DE 101 60 214 A1 (VEIT DENNERT KG BAUSTOFFBETR E [DE]) 18. Juni 2003 (2003-06-18) * Absatz [0001] * * Absatz [0023] - Absatz [0024] * * Absatz [0031] - Absatz [0034]; Ansprüche 1,12; Abbildungen 1-4 *	9-11	
Y	WO 2007/096083 A (HEIDELBERGCEMENT AG [DE]; HALM JUERGEN [DE]) 30. August 2007 (2007-08-30) * Seite 5, Absatz 3 * * Seite 8, Absatz 2; Anspruch 5 *	13	
A	* Seite 1, Absatz 1 - Absatz 2 * * Seite 2, Absatz 1 - Absatz 3 * * Seite 3, Absatz 3 - Absatz 4 * * Seite 6, Absatz 9 - Seite 7, Absatz 2 * * Seite 8, Absatz 2; Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-5f * ----- -/--	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B28B E04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Januar 2009	Prüfer Giannakou, Evangelia
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 6753

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 03/097954 A (LOSONCZI ARON [SE]) 27. November 2003 (2003-11-27) * Seite 5, Zeile 4 - Zeile 9 * * Seite 7, Zeile 4 - Zeile 9; Abbildung 2c *	14	
A	* Seite 1, Zeile 5 - Zeile 9 * * Seite 5, Zeile 23 - Seite 6, Zeile 34 * -----	1-13	
Y	DE 20 2006 000028 U1 (SEUFERT CATRIN VICTORIA [DE]) 11. Mai 2006 (2006-05-11) * Abbildung 6 *	14	
A	* das ganze Dokument * -----	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Januar 2009	Prüfer Giannakou, Evangelia
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3

EPO FORM 1503 03/02 (P04C03)

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

EP 08 01 6753

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-01-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1970179 A	17-09-2008	DE 102007013199 A1	06-11-2008
WO 2008031610 A	20-03-2008	DE 102006044160 A1	27-03-2008
		EP 1943394 A1	16-07-2008
DE 10160214 A1	18-06-2003	KEINE	
WO 2007096083 A	30-08-2007	DE 102006007920 B3	06-12-2007
		EP 1989029 A1	12-11-2008
WO 03097954 A	27-11-2003	AU 2003244269 A1	02-12-2003
		DE 03752967 T1	03-05-2007
		DE 20321524 U1	11-10-2007
		EP 1532325 A1	25-05-2005
		JP 2005526196 T	02-09-2005
		SE 522171 C2	20-01-2004
		SE 0201502 A	18-11-2003
		US 2005183372 A1	25-08-2005
DE 202006000028 U1	11-05-2006	KEINE	

EPO FORM P0461

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