(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 2 360 326 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.05.2014 Patentblatt 2014/19

(51) Int Cl.:
E04C 2/38 *(2006.01)* ***E04C 2/296*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **11154683.4**

(22) Anmeldetag: **16.02.2011**

(54) **Bauelement für die Konstruktion der Aussenhülle von Bauwerken**

Construction element for constructing the external shell of buildings

Composant pour la construction de l'enveloppe extérieure de constructions

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

(30) Priorität: **16.02.2010 AT 2362010**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.08.2011 Patentblatt 2011/34

(73) Patentinhaber: **LOPAS AG**
2323 Tattendorf (AT)

(72) Erfinder:
- **Kirl, Herbert**
  1230, WIEN (AT)
- **Longin, Erich**
  3843, DOBERSBERG (AT)

(74) Vertreter: **Babeluk, Michael**
Patentanwalt
Mariahilfer Gürtel 39/17
1150 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-U1- 20 014 795 **FR-A1- 2 916 461**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 360 326 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bauelement für die Konstruktion der Außenhülle von Bauwerken gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Ein solches Bauelement ist aus DE 200 14 795 U bekannt. Insbesondere geht die Erfindung von einem Bauelement aus mit einer Außenschicht, einer Tragkonstruktion, einer Dämmschicht und einer Innenschicht, wobei die Innenschicht aus einer Beplankung besteht, auf die eine Lehmbaustoffschicht aufgebracht ist.

[0002] Als Bauelement im obigen Sinn sind primär Wandelemente für die Außenwände von Häusern gemeint, die vorliegende Erfindung ist aber auch auf waagrecht angeordnete Konstruktionselemente, wie Boden, Dach- oder Deckenelemente anwendbar. Der Begriff Außenhülle soll klarstellen, dass es sich bei den erfindungsgemäßen Bauelementen um solche handelt, die neben statischen Aufgaben auch die Aufgaben der hocheffizienten Wärmedämmung und des Brandschutzes übernehmen.

[0003] Die vorliegende Erfindung ist insbesondere für Bauwerke mit besonders hohen Anforderungen an Ökologie, Nachhaltigkeit und Energieeffizienz vorgesehen, wie etwa Passivhausbauten oder Niedrigenergiehäuser. Es soll dabei insbesondere auch ein vorteilhaftes Raumklima sichergestellt werden.

[0004] Es ist weiters bekannt, Wände von Bauwerken mit Isolierschichten aus verdichteten und mit Bindemitteln oder z.T. toxischen Zusätzen gegen Brand und Schädlingseinwirkung versehenen Schichten aus pflanzlichem Material wie etwa Zellulosefaser oder Flachsfaser auszustatten. Weiters ist es bekannt, Baustoffe auf der Basis von Lehm in verschiedener Weise zur Herstellung von Wänden für Bauwerke einzusetzen.

[0005] Die US 7,073,306 B zeigt verschiedene Konstruktionsweisen solcher Wände. Es ist allerdings bisher kein Wandaufbau bekannt geworden, der alle Anforderungen an eine ideale hocheffiziente Gebäudehülle in ausreichender Weise erfüllt, nämlich:

- hervorragende Wärmedämmung;
- ausreichende Stabilität;
- vorteilhaftes Raumklima;
- hohe Brandbeständigkeit;
- kostengünstige industrielle Herstellbarkeit;
- sehr gute Recyclierbarkeit; und
- beste Ökobilanz im Vergleich zu allen üblichen Bausystemen.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Bauelement anzugeben, das diese Anforderungen gleichermaßen gut erfüllt. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es ein wirtschaftlich effizientes und ressourcenschonendes Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauelementes bereitzustellen.

[0007] Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben durch die Merkmale von Patentanspruch 1 gelöst. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Dämmschicht aus unbehandeltem Pflanzenhäcksel, vorzugsweise Strohhäcksel, besteht und dass die Außenschicht aus einer während des Produktionsprozesses luftdurchlässigen und im fertigen Zustand passivhauskonform luftdichten, aber diffusionsfähig bleibenden Beplankung aufgebaut ist. Auch die Innenschicht kann wie oben dargestellt aufgebaut sein.

[0008] Vorzugsweise ist die Außenschicht oder fallweise die Innenschicht aus einer gelochten Holz- oder Holzwerkstoffbeplankung aufgebaut. Es kann aber auch andere Formen der Perforation wie z.B. Schlitze eingesetzt werden, um die bauphysikalisch gewünschten Eigenschaften zu erreichen. An sich reicht jedoch in Vielzahl von Fällen schon die natürliche beschränkte Luftdurchlässigkeit von Holzwerkstoffplatten aus, insbesondere dann, wenn zusätzliche Maßnahmen gesetzt werden.

[0009] Die Beplankung kann nicht nur durch Platten erfolgen, es ist auch eine Holz-Rauschalung einsetzbar, insbesondere mit beidseitiger Lehm-Vlieslage und mit hinterlüfteter Fassade. Dies ergibt einen vollständig diffusionsoffenen Aufbau, ist jedoch relativ aufwendig.

[0010] Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es, die hervorragenden Wärmedämmeigenschaften von unbehandeltem Pflanzenhäcksel in einer neuartigen Weise zu nutzen, die wesentliche Vorteile gegenüber zu Ballen gepresstem Stroh, oder gegenüber mit chemischen Bindemitteln versehenem Pflanzenhäcksel oder aufbereiteten Fasern aufweist, indem sie mit Hilfe des erfindungsgemäßen Wandaufbaus, zusammen mit einer durch diesen ermöglichten Einbringtechnik für Häcksel die immanenten Nachteile von unbehandeltem Strohhäcksel als Dämmmaterial, nämlich erhöhte Setzungsgefahr und schlechteres Brandverhalten gegenüber Ballenstroh oder gegenüber stabilisiertem Strohhäcksel kompensiert.

[0011] Der technische Vorteil der Verwendung von Strohhäcksel anstatt Verwendung von Ballenstroh ist die höhere Flexibilität bei der Planung eines Gebäudes da keinerlei Rastermaße eingehalten werden müssen, die sich bei der üblichen Verwendung von Pflanzenstrohballen aus den Dimensionen dieser üblicherweise quaderförmig gepressten Ballen ergeben. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ist die deutlich kosteneffizientere Möglichkeit der Einbringung von Pflanzenstroh als Dämmstoff in industriell vorgefertigte Bauelemente. Die erhöhten Kosten für die Aufbereitung und Einbringung von Pflanzenstroh standen bisher einer breiten Anwendung des in großen Mengen kostengünstig verfügbaren, nachhaltigen Naturdämmstoffs entgegen und verhinderten bisher eine nennenswerte Nutzung in der Bauindustrie.

[0012] Die Vorteile der Verwendung von unbehandeltem Pflanzenstrohhäcksel gegenüber der Verwendung von, mit chemischen Bindemitteln stabilisiertem Häcksel ist, dass neben vermiedenen Materialkosten die gesamte Problematik der Einbringung von zusätzlichen Wassermengen, oder lösemittelähnlichen Chemikalien, oder sonstiger Chemikalien, die für einen Stabilisierungsprozess in einen grundsätzlich luftdichten Wandaufbau eingebracht werden müssen, gänzlich entfällt.

[0013] Auch die Möglichkeit der mechanischen Stabilisierung von Pflanzenhäcksel durch Einmischung von geeigneten Fasern in den Häcksel ist aufwändig und die erforderliche Gleichmäßigkeit der Mischung ein technisch anspruchsvoller und risikobehafteter Prozess, der durch den erfindungsgemäßen Aufbau der entsprechenden Teile der Gebäudehülle überflüssig wird.

[0014] Volkswirtschaftlich gesehen ist die Erschließung eines großen Massenpotentials an gesundheitlich unbedenklichem und nachwachsenden Dämmstoff künftig von großer Bedeutung. Denn z.B. durch die notwendige Stabilisierung von Dämm-Zellulose mit Borsalzen wird ein potentiell mutagener Stoff in großen Mengen in Verkehr gebracht. Ein noch weit größeres Problem stellen die in riesigen Mengen eingesetzten Polystyrol-Dämmungen für Gebäudefassaden dar. Durch die bei solchen Bauwerksdämmungen notwendige Beimischung von hochgiftigen polybromierten Flammschutzmitteln zum Polystyrol werden mutagene reproduktionstoxische Chemikalien massenhaft in Umlauf gebracht, deren industrielle Anwendungen für sonstige Zwecke per REACH-Verordnung in Europa verboten ist/wird.

[0015] Der geplante, EU-weit allgemein verbindliche Passivhausstandard für Neubauten ist einer der wirksamsten Teile der Energieeffizienzstrategie der EU. Problematisch wird er bloß durch umweltschädliche Dämmstoffe, wenn diese dazu in großen MENGEN produziert und latent in die Biosphäre entlassen werden müssen, solange sie nicht durch technisch inhärent sichere, schadstofffreie Dämmstoff-Technologien, wie die hier vorliegende ersetzt werden können.

[0016] Diese hohe inhärente Sicherheit der erfindungsgemäßen Pflanzenhäckseldämmung wird durch ihre Funktion als Kern im System eines kapillar leitenden Einschlusses in diffusionsfähige Schichten erzielt, wobei der nötige Brandwiderstand "an vorderster Front" von Schichten aus Faserlehmbaustoff hochwirksam geleistet wird.

[0017] Um neben den Wärmedämmeigenschaften auch die Anforderungen an die Brandbeständigkeit und an die Ausbildung eines entsprechend vorteilhaften Raumklimas zu erfüllen, ist an der Rauminnenseite eine Faserlehmbaustoffschicht auf eine entsprechende Beplankung aufgebracht. Die Faserlehmbaustoffschicht ist so dimensioniert, dass sie zugleich die Funktion einer Installationsebene und einer brandhemmenden Schicht erfüllen kann.

[0018] Auf diese Weise wird innenraumseitig eine im für hochwärmegedämmte Gebäude optimalen Gewichtsbereich liegende thermische und hygrische Speichermasse hergestellt, die sich auch zur Bauteilaktivierung nutzen lässt. Für die Bauteilaktivierung wird üblicherweise als mineralischer Baustoff Beton herangezogen. Dies ist im Leichtbau nur beschränkt möglich und konstruktiv in üblichen Leichtbau-Konstruktionen problematisch.

[0019] Hier bietet der erfindungsgemäße Aufbau eine zeitgemäße Alternative. Als schwere mineralische Komponente wird hier ein Lehmbaustoff eingesetzt, der es ermöglicht die prinzipiellen Vorteile des Massivbaus mit den Vorteilen des Holz-Leichtbaus zu kombinieren, da sich speziell Faserlehmputz durch seine hohe Elastizität, sein ähnliches Dehnungs- und Schwindungsverhalten und seine kapillare Leitfähigkeit im Gegensatz zu Beton aber auch Gipswerkstoffplatten optimal dauerhaft mit statisch wirksamen Holzkonstruktionen verbinden lässt. Die so entstehende Konstruktion weist eine um eine Größenordnung bessere Energieund Öko-Effizienz auf. (Wiss. Nachweise vorhanden).

[0020] Mit den beiden Konstruktionsvarianten wird eine zur Gebäudeaußenseite hin zunehmende Dampfdiffusionsfähigkeit hergestellt. Die Brandsicherheit wird durch die Lehmbaustoffschicht erzielt, die sich im Brandfall durch die Hitzeeinwirkung im Sinne eines Brennvorganges stabilisiert und die statische Tragfähigkeit der Konstruktion zusammen mit der Dämmstoffschicht unerwartet lange und dauerhaft vor dem Feuer schützt.

[0021] Innenschicht und Außenschicht können insbesondere aus Holzwerkstoffplatten entsprechender Dicke ausgebildet sein, wobei es je nach konstruktiven und statischen Anforderungen möglich ist, sowohl die Innenschicht als auch die Außenschicht statisch wirksam auszubilden oder gegebenenfalls nur die Innenschicht statisch entsprechend auszubilden.

[0022] Eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass die Beplankung der Außen- oder Innenschicht aus einer Holzwerkstoffplatte besteht, die einen Lochraster oder andere Perforation aufweist. Auf diese Weise kann zuerst das Ausblasen des Bauteils mit Dämmstoff-Häcksel rationell erfolgen und im fertigen Zustand entsteht eine kapillar feuchteleitende aber zugleich luftdichte Schicht.

[0023] Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang von Vorteil, wenn die Beplankung eine Luftdurchlässigkeit zwischen 0,5% und 5%, vorzugsweise zwischen 1% und 3% aufweist. Als Luftdurchlässigkeit wird der Flächenanteil der Öffnungen (z.B. Löcher oder Schlitze) an der Gesamtfläche des Bauteils bezeichnet. Dabei weist die Außenplatte, also beispielsweise eine Anordnung von Löchern mit 16 mm Durchmesser auf, die in einem quadratischen Raster mit einer Teilung von 100 mm angeordnet sind, so dass der Lochanteil etwa 2% beträgt. Es ist aber auch möglich, eine beschränkte Luftdurchlässigkeit durch das volle Material zu nutzen.

[0024] Die Orientierung der Halmbruchstücke im Bauteil im Verhältnis zu der durch den Wandaufbau gehenden Wärmeflussrichtung ist neben der Schnittlänge von

hoher Bedeutung für den Wärmedurchgangswiderstand Lambda des eingesetzten Strohhäcksels. Diese Orientierung wird verursacht durch die angewendete Einbringungstechnik.

[0025] Die Annahme, dass sich die Halmbruchstücke beim Einblasen durch die Transportluft in einer kaum gerichteten, chaotischen Wirrlage anordnen würden stellte sich in allen Längenkategorien als falsch heraus und weiters war der Einfluss einer Abweichung von der Richtungslosigkeit unterschätzt worden.

[0026] Die Kompensation dieses Effekts durch simple Erhöhung der Dämmstärke wäre durch Folgekosten unwirtschaftlich.

[0027] Um bei einer wirtschaftlichen Dämmstoffstärke bleiben zu können muss der Bemessungswert der Strohhäckseldämmung bei <0,045 W/mK liegen.

[0028] Dies wird nun erreicht indem Strohhäcksel mit optimierter Länge in die Bauteile der Außenhülle zuerst liegend mechanisch optimiert so eingeschüttet werden, dass sich dabei der Großteil der Halmbruchstücke quer zur Wärmeflussrichtung ausrichtet. Das Rütteln des Bauteils mit geeigneter Frequenz während des Einfüllvorgangs kann für die Ausrichtung der Stroh-Partikel vorteilhaft sein.

[0029] Um die erforderliche Setzungssicherheit zu erreichen ist, wie sich zeigte, ein zweiter Arbeitsschritt nötig, in dem durch Einblasen (oder andere Verfahren) zusätzlicher Dämmstoff eingebracht wird, bis eine setzungssichere Dichte erreicht wird. Dieser Arbeitsschritt kann im Prinzip lediglich bei waagrechten Bauteilen des Fertigteilsystems entfallen.

[0030] Da die erforderliche Menge an in einem zweiten Arbeitsgang einzubringendem Dämmstoff nun stark verringert ist, wird auch die Angabe eines Mindestanteils an Perforation für Bauteilschichten für den Durchtritt der Transportluft nicht mehr sinnvoll sein. Es könnten auch Verfahren zur Herstellung von ausreichender Überfüllung der Dämmebene verwendet werden, die ohne Transportluft auskommen.

[0031] Besonders günstig ist es, wenn die Lehmbaustoffschicht der Innenschicht als Biofaserlehmschicht ausgebildet ist. Biofaserlehm ist an sich bekannt und in der EP 0 903 328 A in seiner Herstellung und Anwendung beschrieben. Wesentlich ist, dass der Lehmmasse bei der Herstellung geeignete pflanzliche Fasern beigemischt werden, um die bauphysikalischen Eigenschaften entsprechend zu verbessern. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung besteht eine wesentliche Eigenschaft von Biofaserlehm darin, im Brandfall eine zusätzliche Sicherheit gegenüber Abplatzen zu gewährleisten und durch das Ausbrennen der biologischen Bestandteile eine Porosität zu schaffen, die die Brandbeständigkeit infolge verringerter Rissanfälligkeit analog zum Effekt der Porosierung von Tonziegel im Brennvorgang weiter erhöht. Insbesondere die deutliche Erhöhung der Brandbeständigkeit durch die Verwendung von Biofaserlehm ist ein überraschendes Ergebnis, das den Wert und die Einsetzbarkeit des Bauelementes stark verbessert. Mit der vorliegenden Erfindung wurden bereits Brandwiderstandswerte unter Last von REI-90 erreicht und es werden bis zu REI-120 erwartet.

[0032] Weiters wird vorzugsweise die Lehmbaustoffschicht der Innenschicht auf einen Putzträger, wie etwa Schilfstuckatur und/odereinem Gitter, aufgebracht. Zusätzlich kann dazu vorgesehen sein, dass in der Lehmbaustoffschicht als Installationsebene Installationsrohre, wie beispielsweise Rohrleitungen für Brauchwasser, elektrischen Strom, aber auch Heiz- oder Kühlregister eingebettet sind. Besonders vorteilhaft ist hier die gute Wärmeleitfähigkeit und das hohe spezifische Gewicht des Lehms wie vorzugsweise nach EP 0 903 328 A verwendet.

[0033] Es ist jedoch eine alternative Aufbauvariante zu bevorzugen. Dabei kann der klassische Putzträger Schilfstuckatur entfallen, ebenso im Prinzip ein Gitter. Stattdessen werden (beispielsweise in einem Raster von 10 x 10 cm) Klammern so in die Beplankung aus Rauschalung oder OSB gesetzt, dass sie bis knapp unter die künftige Oberfläche der im Werk aufgebrachten Biofaserlehmschicht reichen (z.B. 65 mm Klammern, die 34 mm in die 35 mm Installationsebene aus BFL ragen). Dieses neuartige Verbindungssystem von Tragstruktur zur Biofaserlehmebene hat zwei Hauptvorteile:

[0034] Im Gegensatz zur Schilfstuckatur lässt sich ein derartiges Benageln mit Klammern kostengünstig nach Stand der Technik in einen automatisierten Fertigungsprozess integrieren.

[0035] Bei einer geeigneten Zusammensetzung der Biofaserlehmschicht kann diese Ebene, (vermutlich) ab 35 mm Stärke durch diese wirksame Art der Einleitung von Scherkräften in die Konstruktion die Statik des Bauteils verbessern.

[0036] Nebenvorteile sind, dass sich die Installationen vor dem Arbeitsgang Benageln optimal auf der Fläche verteilen lassen, ohne dass ein Putzträger das Bearbeiten erschwert und die Bauhöhe verringert.

[0037] Durch diese neuartige kraftschlüssige Verbindung der Biofaserlehmschicht mit der tragenden Konstruktion werden die im Erdbebenfall auftretenden Scherkräfte durch die zähelastische Eigenschaft einer geeignet zusammengesetzten Faserlehmbaustoffschicht wesentlich gedämpft und so erfolgt ein Versagen der Konstruktion erst bei höheren Bebenstärken als bei konventioneller Ausführung.

[0038] Weiters verbessert sich der Brandwiderstand des Aufbaus durch die verbesserte Verbindung der Lehmbaustoffschicht in die noch verbleibende statisch leistungsfähige Zone des Aufbaus im Fall eines Brandes.

[0039] Die statische Konstruktion wird besonders bevorzugt aus Dämmständern, Leimholz- Steg-Trägern gebildet, die in der Regel senkrecht zur Wandebene angeordnet sind.

[0040] Weiters betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelements für die Konstruktion der Außenhülle von Bauwerken, bei dem eine Tragkonstruktion hergestellt wird, die mit einer In-

nenschicht und einer Außenschicht versehen wird, wobei auf der Innenschicht eine Lehmbaustoffschicht aufgebracht wird. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass in den Hohlraum zwischen der Innenschicht und der Außenschicht eine Dämmschicht aus unbehandeltem Pflanzenhäcksel, vorzugsweise Strohhäcksel eingeblasen wird, wobei die eingeblasene Luft durch die Außenschicht entweicht.

[0041] Beim Herstellungsverfahren tritt ein weiterer besonderer Vorteil der erfindungsgemäße gelochten Beplankung an der Innen- oder Außenseite zu Tage. Es kann nämlich durch das großflächige Entweichen von Luft im Einblasverfahren eine besonders hohe und effiziente Füllung der Bauelemente gewährleistet werden, ohne aufwändige Maßnahmen zur Vermeidung von Hohlräumen setzen zu müssen. Dabei werden an geeigneten Stellen des Bauelementes Einblasöffnungen geschaffen und es wird der Pflanzenhäcksel an diesen Punkten eingeblasen. Die notwendige Komprimierung wird hauptsächlich durch die erfindungsgemäße Ausbildung erreicht, da für die Einblasluft große Ausströmquerschnitte zur Verfügung stehen. Zusätzlich kann gerüttelt werden, um die Verdichtung zu verbessern. Gesonderte Ausblasöffnungen, die im Anschluss verschlossen werden müssen, brauchen dank der je nach Konstruktionsvariante luftdurchlässigen Außen- oder Innenschicht nicht vorgesehen werden. Allerdings ist es möglich, an den Stirnseiten des Bauelements Ventilationsöffnungen vorzusehen, wenn die Einblasgeschwindigkeit gesteigert werden soll.

[0042] Eine besonders vorteilhafte Eigenheit des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, dass sich nicht eine chaotische Wirrlage der einzelnen Halmbruchstücke der Dämmschicht einstellt, sondern dass im fertigen Produkt die einzelnen Halmbruchstücke der Dämmschicht aus unbehandeltem Pflanzenhäcksel bevorzugt quer zur Wärmeflussrichting ausgerichtet sind. Das bedeutet, dass die Einzelteile der Dämmschicht im Wesentlichen parallel oder in sehr spitzem Winkel zur Plattenebene angeordnet sind. Untersuchungen haben ergeben, dass mehr als 90% der Halmbruchstücke in einem Winkel< 10° zur Plattenebene liegen, wenn das Einblasen sorgfältig erfolgt und gegebenenfalls weitere Maßnahmen, wie etwa Rütteln, durchgeführt werden.

[0043] Besonders günstig ist es, wenn vor dem Einblasen der Dämmschicht eine diffusionsoffene Deckschicht, vorzugsweise eine Vliesschicht, vorzugsweise ein Flachsvlies auf die Beplankung der gelochten oder anders perforierten Außenschicht aufgebracht wird. Der besondere Vorteil liegt dabei darin, dass eine Staubbelastung während der Herstellung verhindert werden kann, da diese Deckschicht in der Art eines Filters Stäube zurückhält, die während des Einblasens entstehen. Diese Vliesschicht dient nachfolgend auch als zusätzlicher Putzträger für die Lehmputzschicht und bildet einen luftdichten Verbund mit dieser, so dass diese Lochungen keine Gefahr für die passivhausgemäße Luftdichtheit der Gebäudehülle darstellen. (Diese Funktion dieser sogenannten Lehm-Vliestechnik wurde bereits in einem Forschungs- und Demonstrationsprojekt durch Messungen nachgewiesen).

[0044] Weiters ermöglicht die Lochung einen kapillar leitfähigen Kontakt zwischen dem kapillar leitfähigen Dämmmaterial und einer kapillar sehr gut leitenden Lehmputzbaustoffschicht. Durch die Differenz der niedrigen Gleichgewichtsfeuchte von Lehmputz (vorzugsweise qualitativ dem Biofaserlehm nach EP 0 903 328 A entsprechend) und der höheren Gleichgewichtsfeuchte von Pflanzenfasern entsteht, da die Lehmputzschicht durch die Konstruktion trocken gehalten wird, eine permanente kapillare Sogwirkung für Feuchte aus der Dämmebene heraus in Richtung Bauteiloberfläche. Dieses kapillare Transportpotential ist leistungsfähiger als der Transporteffekt des gleichzeitig existierenden gegenläufigen Prozesses der Dampfdiffusion gegen den Dampfdiffusionswiderstand der innen vor der Dämmebene liegenden Baustoff-Schichten der Konstruktion. Diese bauphysikalischen dynamischen Effekte werden hier genutzt um die Langzeitbeständigkeit dieser Konstruktion gegen mikrobielle Abbauprozesse indirekt zu sichern indem z.B. Tauwasserausfall vermieden wird und indem erfahrungsgemäß sogar geringfügige Ausführungsmängel tendenziell ohne Schadensfolgen bleiben können. Die Konstruktion ist dadurch fehlertoleranter als konventionelle Konstruktionen, die auf dem Konzept eines theoretisch ideal dichten, statischen Einschlusses kapillar nicht leitfähiger Dämmstoffe in Leichtbauwänden beruhen.

[0045] In der Folge wird die vorliegende Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise axonometrische Ansicht eines erfindungsgemäßen Bauelementes;

Fig. 2 einen Horizontal-Schnitt durch ein solches Bauelement;

Fig. 3 einen Vertikal-Schnitt durch ein solches Bauelement;

Fig. 4 und Fig. 5 Ansichten einer alternativen Ausführungsvariante von vorne bzw. von oben.

[0046] Das erfindungsgemäße Bauelement gemäß Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 besteht grundsätzlich aus einer Innenschicht 1, einer Tragkonstruktion 2, einer Außenschicht 3 und einer Dämmschicht 4, die in dem Hohlraum zwischen der Innenschicht 1 und der Außenschicht 3 angeordnet ist. Die Innenschicht 1 besteht aus einer Beplankung 6 mit einer Holzwerkstoffplatte, auf der ein Gitter 15, beispielsweise aus Schilfrohr, als Putzträger aufgebracht ist, um eine Lehmbaustoffschicht 5 aus Biofaserlehm zu tragen. Alternativ kann der Putzträger aus einer Vielzahl von Klammern bestehen, die nur teilweise in die einer Beplankung 6 eingetrieben sind und dementsprechend über die Oberfläche vorstehen. In der Lehm-

baustoffschicht 5 sind Installationsrohre 16 für Heizungs- und Sanitärinstallationen oder Elektrokabel eingebettet.

[0047] Die Außenschicht 3 besteht aus einer Beplankung 7 aus einer Holzwerkstoffplatte, in der beispielsweise in einem rechteckigen Raster mit der Teilung a von 100 mm Löcher 9 vorgesehen sind, die einen Durchmesser d von beispielsweise 16 mm aufweisen. Daraus ergibt sich ein Lochanteil von etwa 1,8%. Die Holzwerkstoffplatte der Beplankung 7 ist mit einer Schicht 8 aus Flachsvließ mit Dünnputz abgedeckt. In der Beplankung 7 sind verschließbare Öffnungen 11 zum Einblasen der Dämmschicht 4 vorgesehen.

[0048] Die statische Hauptfunktion wird durch die Tragkonstruktion 2 dargestellt, die aus Stegträgern aufgebaut ist. Diese Stegträger bestehen aus Pfosten 12, die durch eine dünnwandige Platte 13 miteinander verbunden sind. Dadurch wird eine hohe Biegesteifigkeit bei gleichzeitig minimaler Wärmeübertragung gewährleistet. Scherbelastungen werden durch die Beplankung 7 der Außenschicht 3 aufgenommen, die fest mit den Doppelstegträgern der Tragkonstruktion 2 verbunden ist. Um den Hohlraum zur Aufnahme der Dämmschicht 4 zu begrenzen wird an der Platte 13 beidseitig je eine Weichfaserplatte 18 als Dämmelement eingesetzt.

[0049] Die Stirnplatten 10 bestehen aus Holzleisten, Stegträgern oder Holzleimträgern 19, in die Dämmelemente 20 eingesetzt sind, um die Dämmeigenschaften zu verbessern. Die Dämmelemente bestehen aus Weichfaserplatten 20, die gegebenenfalls durch Holzleisten 19 verstärkt sind. Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass die verschließbaren Öffnungen 11 zum Einblasen der Dämmschicht 4 in die Weichfaserplatten 20 eingesetzt werden können, wenn ein Zugang über die Stirnseiten erwünscht und möglich ist, aber alternativ oder zusätzlich die verschließbaren Öffnungen 11 in der Beplankung 7 der Außenschicht 3 vorgesehen sein können. In Fig. 4 ist dies im Detail dargestellt.

[0050] Fig. 5 zeigt Alternativen zur Anordnung der verschließbaren Öffnungen 11 zum Einblasen der Dämmschicht 4.

[0051] In einer nicht dargestellten alternativen Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das noch nicht fertiggestellte Bauelement waagrecht aufgelegt und es wird die Dämmschicht 4 eingeschüttet. Um eine ausreichend dichte Füllung zu ermöglichen muss entweder während oder nach dem Einschütten gerüttelt und/oder verdichtet werden. Überraschenderweise kann dadurch eine entsprechende Ausrichtung der Faserelemente parallel oder zumindest näherungsweise parallel zur Plattenebene erreicht werden, und vorallem ist das fertiggestellte Bauelement setzungssicher. Dies bedeutet, dass auch bei längerem Gebrauch in senkrechtem Zustand das gesamte Wandelement mit Isoliermaterial gefüllt bleibt. Nach der entsprechenden Verdichtung wird das Wandelement durch Aufbringen der Innenschicht bzw. Außenschicht fertiggestellt.

[0052] Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, sehr energieeffiziente Bauelemente darzustellen, die weitestgehend aus biologischen, nachwachsenden Baustoffen bestehen und gleichzeitig hohe Wärmedämmeigenschaften bei extrem guter Brandbeständigkeit zeigen.

Patentansprüche

1. Bauelement für die Konstruktion der Außenhülle von Bauwerken, mit einer Außenschicht (3), einer Tragkonstruktion (2), einer Dämmschicht (4) und einer Innenschicht (1), wobei die Innenschicht (1) aus einer Beplankung (6) besteht, auf die eine Lehmbaustoffschicht (5) aufgebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämmschicht (4) aus unbehandeltem Pflanzenhäcksel, vorzugsweise Strohhäcksel, besteht und dass die Außenschicht (3) aus einer während des Produktionsprozesses zumindest beschränkt luftdurchlässigen und im fertigen Zustand diffusionsfähig bleibenden Beplankung (7) aufgebaut ist.

2. Bauelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Außenschicht (3) eine diffusionsoffene Deckschicht, vorzugsweise eine weitere Lehmbaustoffschicht, aufgebracht ist.

3. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beplankung (7) der Außenschicht (3) aus einer Holzwerkstoffplatte besteht, die zusammen mit der Außenputzschicht eine ausreichende Diffusionsfähigkeit aufweist.

4. Bauelement nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Beplankungen (7) eine Luftdurchlässigkeit von 0,5% bis 5%, vorzugsweise von 1% bis 3% aufweist.

5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lehmbaustoffschicht (5) der Innenschicht (1) als Biofaser-Lehmbaustoffschicht vorzugsweise auf einem Putzträger ausgebildet ist.

6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Lehmbaustoffschicht (5) Installationsrohre (16) und/oder Heiz und/oder Kühlregister eingebettet sind.

7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragkonstruktion (2) aus Dämmständer-, Leimholz- oder Stegträgern gebildet ist.

8. Bauelement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenschicht (1) aus Holzwerkstoffplatten oder anderen statisch wirksamen Platten, wie z.B. Gipsfaserplatten oder Bambuswerkstoffplatten aufgebaut ist, die zur Aufnahme von

Scherkräften fest mit der Tragkonstruktion (2) verbunden sind.

9. Bauelement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenschicht (3) aus Holzwerkstoffplatten oder anderen statisch wirksamen Platten, wie z.B. Gipsfaserplatten oder Bambuswerkstoffplatten aufgebaut ist, die zur Aufnahme von Scherkräften fest mit der Tragkonstruktion (2) verbunden sind.

10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Halmbruchstücke der Dämmschicht (4) aus unbehandeltem Pflanzenhäcksel bevorzugt quer zur Wärmeflussrichtung ausgerichtet sind.

11. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements nach Anspruch 1 für die Konstruktion der Außenhülle von Bauwerken, bei dem eine Tragkonstruktion (2) hergestellt wird, die mit einer Innenschicht (1) und einer Außenschicht (3) versehen wird, wobei auf der Innenschicht (1) eine Lehmbaustoffschicht (5) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Hohlraum zwischen der Innenschicht (1) und der Außenschicht (3) eine Dämmschicht (4) aus unbehandeltem Pflanzenhäcksel, vorzugsweise Strohhäcksel eingebracht, vorzugsweise eingeblasen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eingeblasene Luft zumindest teilweise durch die Beplankung (7) der Außenschicht (3) entweicht.

13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eingeblasene Luft durch Öffnungen (9) in einer Beplankung (7) der Außenschicht (3) entweicht.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Einblasen der Dämmschicht (4) eine diffusionsoffene Deckschicht (8), vorzugsweise eine Vliesschicht, auf die Beplankung der Außenschicht aufgebracht wird und dass vor dem Aufbringen der Lehmbaustoffschicht (5) ein Putzträger (15) aufgebracht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Dämmschicht (4) in das waagrecht liegende Bauelement eingeschüttet wird.

Claims

1. Structural element for constructing the outer shell of buildings, comprising an outer layer (3), a supporting structure (2), an insulating layer (4) and an inner layer (1), said inner layer being designed as a wooden planking (6) onto which a layer of clay material (5) is applied, **characterised in that** the insulating layer (4) consists of untreated vegetable chaff, preferably chopped straw, and that the outer layer (3) is designed as a wooden planking (7), which is at least partially air-permeable during the production process and remains open for diffusion in the finished state.

2. Structural element according to claim 1, **characterised in that** a diffusion-open cover, preferably a further layer of clay material, is applied on the outer layer (3).

3. Structural element according to any of claims 1 or 2, **characterised in that** the planking (7) of the outer layer (3) is a board of wood-based material, which together with the outer plaster layer has sufficient diffusion capability.

4. Structural element according to claim 3, **characterised in that** one of the plankings (7) has an air-permeability of 0.5% to 5.0%, and preferably 1% to 3%.

5. Structural element according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the clay-material layer (5) of the inner layer (1) is realized as a layer of organic fibre-clay material preferably applied on a plaster base.

6. Structural element according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** installation pipes (16) and/or heating and/or cooling batteries are imbedded in the clay-material layer (5).

7. Structural element according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** the supporting structure (2) is formed of insulation studs, glued-timber joists, or I- joists.

8. Structural element according to claim 7, **characterised in that** the inner layer (1) is made of boards of wood-based material or other panels that are statically effective, such as gypsum-fibre-panels, or panels made of bamboo-based material, which are rigidly attached to the supporting structure (2) for taking up shear forces.

9. Structural element according to claim 7, **characterised in that** the outer layer (3) is made of boards of wood-based material or other panels that are statically effective, such as gypsum-fibre-panels, or panels made of bamboo-based material, which are rigidly attached to the supporting structure (2) for taking up shear forces.

10. Structural element according to any of claims 1 to 9,

characterised in that the individual pieces of straw making up the insulating layer (4) of untreated chopped straw are preferably oriented tranversely to the direction of heat flow.

11. Method for manufacturing a structural element according to claim 1 for constructing the outer shell of buildings, where a supporting structure (2) is built, which is provided with an inner layer (1) and an outer layer (3) and where a layer of clay material (5) is applied on the inner layer (1), **characterised in that** an insulating layer (4) of untreated vegetal chaff, preferably chopped straw, is introduced, and preferably blown, into the hollow space between the the inner layer (1) and the outer layer (3).

12. Method according to claim 11, **characterised in that** the air blown in will at least partially escape through the planking (7) on the outer layer (3).

13. Method according to claim 11, **characterised in that** the air blown in will at least partially escape through openings (9) in the planking (7) on the outer layer (3).

14. Method according to any of claims 11 to 13, **characterised in that** prior to blowing in the insulating layer (4) a covering layer (8) open for diffusion, i.e. preferably a fleece layer, is applied on the planking of the outer layer, and that a plaster base (15) is applied before application of the clay-material layer (5).

15. Method according to any of claims 11 to 14, **characterised in that** at least part of the insulating layer (4) is poured into the horizontally lying structural element.

Revendications

1. Elément de construction pour la réalisation de l'enveloppe externe de constructions, comportant une couche externe (3), une ossature portante (2), une couche isolante (4) et une couche interne (1), cette couche interne (1) étant constituée d'une couverture en planches (6) sur laquelle est appliquée une couche de pisé (5),
caractérisé en ce que
la couche isolante (4) est constituée par des débris végétaux de préférence de paille hachée non traitées, et la couche externe (3) est réalisée à partir d'une couverture en planches (7) restant au moins partiellement perméable à l'air pendant le procédé de production et restant apte à la diffusion à l'état fini.

2. Elément de construction conforme à la revendication 1,
caractérisé en ce que
sur la couche externe (3) est appliquée une couche de recouvrement ouverte à la diffusion de préférence une autre couche de pisé.

3. Elément de construction conforme à l'une des revendications 1 ou 2,
caractérisé en ce que
la couverture en planches (7) de la couche externe (3) est constitué d'une plaque de matériau dérivé du bois qui présente conjointement à la couche d'enduit externe une aptitude à la diffusion suffisante.

4. Elément de construction conforme à la revendication 3,
caractérisé en ce que
l'une des couvertures en planches (7) présente une perméabilité à l'air de 0,5 à 5 % de préférence de 1 à 3 %.

5. Elément de construction conforme à l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que
la couche de pisé (5) de la couche interne (1) est réalisée sous la forme d'une couche de pisé en biofibres de préférence sur un support d'enduit.

6. Elément de construction conforme à l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que
dans la couche de pisé (5) sont noyés des tubes d'installation (16) et/ou des registres de chauffage et/ou de refroidissement.

7. Elément de construction conforme à l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que
l'ossature portante (2) est formée de supports de poteaux isolants, de bois stratifié, ou de traverses.

8. Elément de construction conforme à la revendication 7,
caractérisé en ce que
la couche interne (1) est réalisée à partir de plaques de matériau à base de bois ou d'autres plaques à efficacité statique telles que par exemple des plaques en fibres de plâtre ou des plaques à base de bambou qui sont rigidement reliées à l'ossature portante (2) pour permettre la réception des forces de cisaillement.

9. Elément de construction conforme à la revendication 7,
caractérisé en ce que
la couche externe (3) est réalisée à partir de plaques de matériau à base de bois ou d'autres plaques à efficacité statique telles que par exemple des plaques en fibres de plâtre ou des plaques à base de bambou qui sont rigidement reliées à l'ossature por-

tante (2) pour permettre la réception des forces de cisaillement.

10. Elément de construction conforme à l'une des revendications 1 à 9,
caractérisé en ce que
les différents fragments de paille de la couche isolante (4) en débris végétaux non traités sont de préférence orientés transversalement à la direction du flux thermique.

11. Procédé d'obtention d'un élément de construction conforme à la revendication 1, pour la réalisation de l'enveloppe externe de constructions selon lequel on fabrique une ossature portante (2) qui est équipée d'une couche interne (1) et d'une couche externe (3), et sur la couche interne (1) on applique une couche de pisé (5),
caractérisé en ce que
dans l'intervalle entre la couche interne (1) et la couche externe (3) on insère, et de préférence on insuffle, une couche isolante (4) en débris végétaux, de préférence en paille hachée non traités.

12. Procédé conforme à la revendication 11,
caractérisé en ce que
l'air insufflé s'échappe au moins en partie au travers de la couverture en planches (7) de la couche externe (3).

13. Procédé conforme à la revendication 11,
caractérisé en ce que
l'air insufflé s'échappe par des ouvertures (9) réalisées dans la couverture en planches (7) de la couche externe (3).

14. Procédé conforme à l'une des revendications 11 à 13,
caractérisé en ce qu'
avant d'insuffler la couche isolante (4) on applique sur la couverture en planches de la couche externe une couche de couverture (8) ouverte à la diffusion de préférence une couche de fibres non tissées et avant la mise en place de la couche de pisé (5) on applique un support d'enduit (15).

15. Procédé conforme à l'une des revendications 11 à 14,
caractérisé en ce qu'
au moins une partie de la couche isolante (4) est déversée dans l'élément de construction s'étendant horizontalement.

Fig. 1

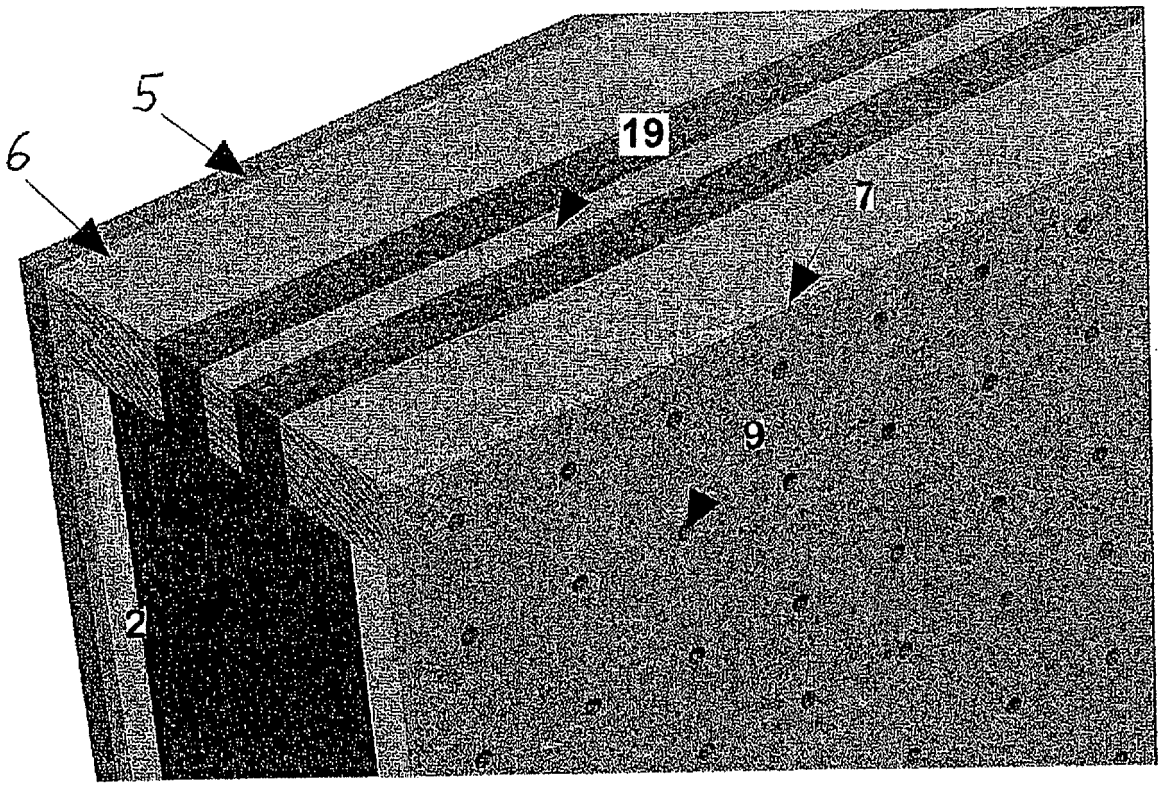


Fig. 2

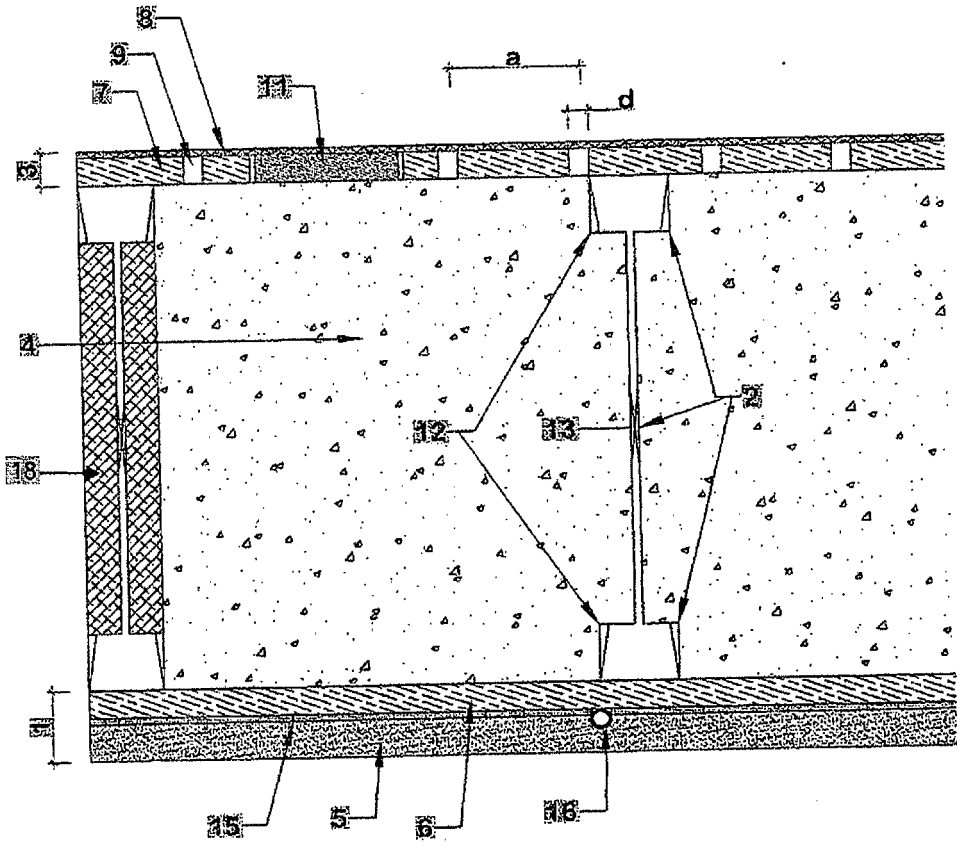


Fig. 3

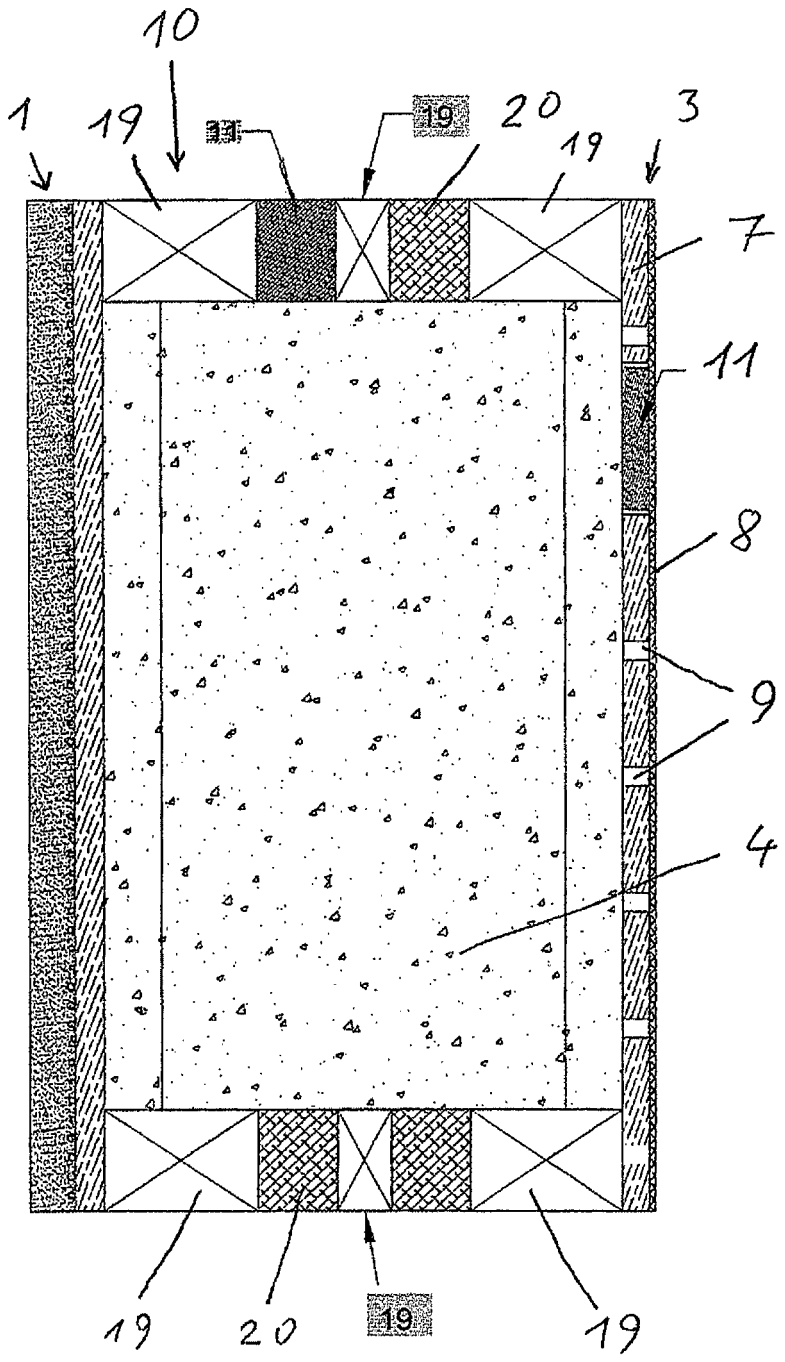


Fig. 4

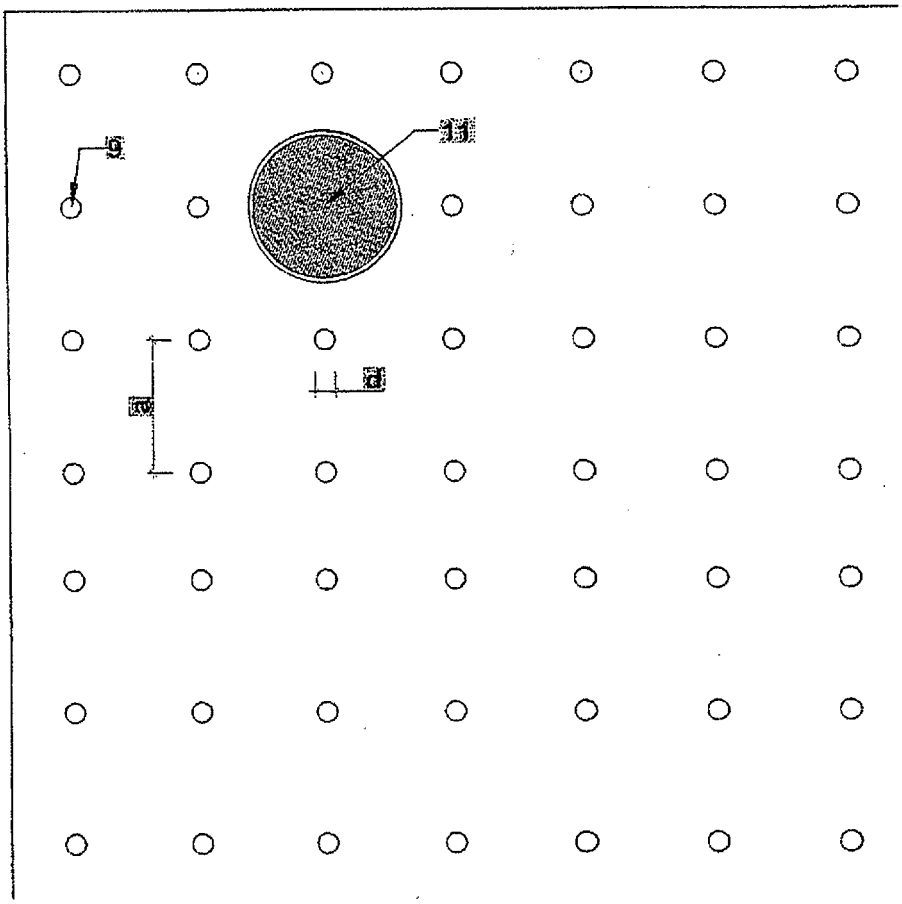
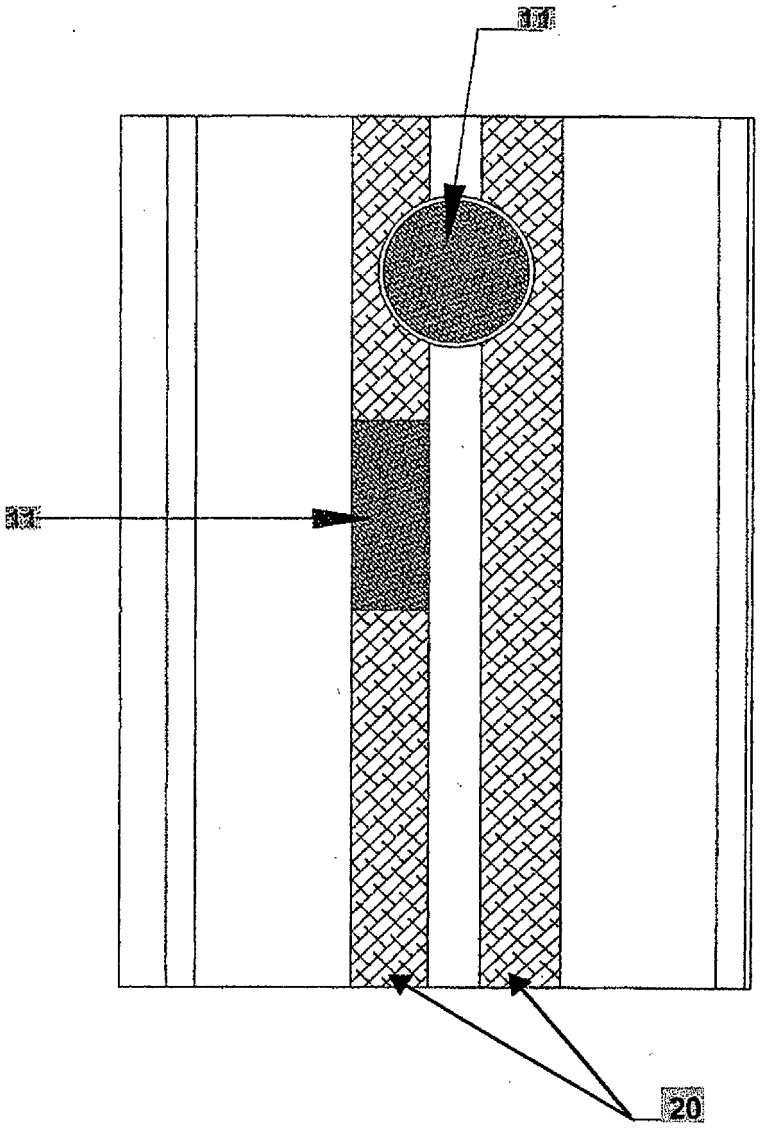


Fig. 5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 20014795 U **[0001]**
- US 7073306 B **[0005]**
- EP 0903328 A **[0031] [0032] [0044]**