

(19)



(11)

EP 2 225 423 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.10.2012 Patentblatt 2012/43

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

(21) Anmeldenummer: **08845615.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2008/001777

(22) Anmeldetag: **31.10.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/056117 (07.05.2009 Gazette 2009/19)

(54) **ZELLSTOFFVERBUNDELEMENT**

COMPOSITE CELLULOSE ELEMENT

ÉLÉMENT COMPOSITE EN MATÉRIAU CELLULAIRE

(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**

(30) Priorität: **03.11.2007 DE 102007052596**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.09.2010 Patentblatt 2010/36

(73) Patentinhaber:
• **Betz, Lothar**
36148 Kalbach (DE)
• **Zehe, Willi**
97705 Burkardroth (DE)

(72) Erfinder:
• **Betz, Lothar**
36148 Kalbach (DE)
• **Zehe, Willi**
97705 Burkardroth (DE)

(74) Vertreter: **Lesser, Karl-Bolko**
Dipl.-Ing. Karl-Bolko Lesser
Patentanwalt
Schuhmarkstrasse 12 ½
97616 Bad Neustadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 522 647 DE-A- 1 907 683
GB-A- 2 404 933 NL-C- 1 013 438

EP 2 225 423 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Wand, die Zellstoffverbundelemente enthält, die aus dicken Platten aus zellstoffhaltigem Material mit darin eingeschlossenen Hohlräumen bestehen, wobei jede Platte aus mehreren, miteinander verklebten Schichten von Blättern oder dünnen Platten besteht, von denen mehrere das Profil einer Welle oder eines Mäanders aufweisen und innerhalb dieses Profils zahlreiche Hohlräume bilden und mehrere Platten miteinander verbindbar sind.

[0002] Die Zellulose ist in Pflanzen zu über 50 % der Bestandteil von Zellwänden und damit einer der häufigsten organischen Verbindung der Erde. Die chemische Formel lautet: $(C_6 H_{10} O_5)_N$. Technisch wird Zellulose als sog. Zellstoff durch Abschleifen aus Holz gewonnen und dient als Grundstoff in der Papierindustrie, der Bekleidungsindustrie sowie als Rohstoff für zahlreiche andere Anwendungen in anderen Bereichen. Schon seit Jahrhunderten ist Zellulose als wesentlicher Bestandteil von Papier und Pappe bekannt. Unter dem Mikroskop wird deutlich, dass die einzelnen Fasern in den verschiedensten Richtungen orientiert sind und ähnlich wie ein Vlies vielfältig miteinander vernetzt sind. Daraus ergibt sich, dass Papier und Pappe in Richtung ihrer Fläche mit relativ hohen Zugkräften belastet werden können, andererseits jedoch senkrecht zur Fläche mit relativ sehr niedrigen Kräften gekrümmt werden können. Mit zunehmender Stärke kann ein Papier in seiner Ebene immer höhere Druckkräfte aufnehmen und wird dann Karton genannt. Ab etwa 1,5 mm Dicke und einem Flächengewicht von etwa 600 g/m^2 wird es als Pappe bezeichnet.

[0003] Zellulose ist in Wasser und in den meisten organischen Lösungsmitteln unlöslich. Die Löslichkeit der meisten Papiere und Pappen im Wasser ist deshalb nicht durch das Grundmaterial, sondern durch die zur Verbindung der Zellulosefasern verwendeten Klebstoffe bedingt. Da die Zugbelastbarkeit von Papier oder Pappe in der Ebene erheblich höher ist als die Druckbelastbarkeit, kann ein Bogen Papier oder ein Stück Pappe erheblich höheren Druckkräften standhalten, wenn er säulenartig oder röhrenartig gekrümmt wird, weil dadurch die Druckkräfte in der nunmehr gekrümmten Fläche des Papiers teilweise zu Zugkräften abgeleitet werden.

[0004] Deshalb wurde schon 1871 ein wellenförmig profilierter Karton mit den äußersten Bereichen der Täler und Berge seiner Wellen zwischen zwei ebenen Kartonsstücken eingeklebt. Dieser Werkstoff ist als Wellpappe das führende Grundmaterial in der Verpackungsindustrie und beweist dort auch bei der Transportverpackung von Gütern mit besonders hohem Gewicht, wie z.B. Verbrennungsmotoren, seine Tragfähigkeit. Andererseits ist er durch das kostengünstig und überall erhältliche Rohmaterial und durch eine Vielzahl von perfektionierten Verarbeitungsmaschinen eines der kostengünstigsten Plattenmaterialien, das nach derzeitigem Stand der Technik verfügbar ist.

[0005] Deshalb ist Pappe und Wellpappe auf derzeiti-

gem Stand der Technik auch eine Komponente, die im Hochbau als eine von mehreren Schichten in Platten und Verbundwerkstoffen verwendet wird. Es hat auch immer wieder Versuche gegeben, den bisher prozentual sehr geringen Anteil von Wellpappe im Hochbau zu vergrößern und das Material nicht nur als eine von mehreren Schichten einzusetzen, sondern wesentliche Bestandteile von Wänden und Dächern daraus zu formen.

[0006] So beschreibt z.B. US 4,346,541, Schmitt eine Platte für Wände und Decken, die aus mehrfach gefalteter Wellpappe besteht, deren Hohlräume mit Polyurethan ausgeschäumt sind. Nach außen hin ist die Wellpappe mit einer Kunststoffolie überzogen und wird mit diesem Witterungsschutz für Außenwände und für Dächer vorgesehen. Ein wesentlicher Nachteil dieser Konstruktion ist jedoch, dass die Wellpappe mehrfach gefaltet wird. Die Faltung bedingt, dass in den Knickstellen entlang der Faltungslinien die wellenförmigen Schichten der Wellpappe zusammengedrückt werden, wodurch die isolierende Wirkung der Wellpappe reduziert wird. Ein weiterer Nachteil ist, dass an den Faltstellen zahlreiche Fasern entweder selbst zerbrochen oder aus der Verbindung mit den benachbarten Fasern gelöst werden, wodurch das Material weiter geschwächt wird. Nicht zuletzt zur Stärkung dieser durch Falzen und Knicken erheblich geschwächten Bereiche der Wellpappe sind in US 4,346,541 die Hohlräume mit Polyurethan ausgeschäumt.

[0007] US 6,557,308, Snell beschreibt kleine, einstöckige Häuschen, die ausschließlich aus Wellpappe hergestellt sind. Zur Herstellung wird die Positivform eines Hauses, bestehend aus Fußboden, Wänden und Dach in einem Stück aufgestellt, um diese Form herum werden mehrere Lagen von Wellpappe aufgewickelt und miteinander verklebt. Durch die Verklebung der einzelnen Schichten entsteht eine quasi einstückige Konstruktion von Fußböden, Wänden und Dächern, jedoch ohne Decken. Der entscheidende Nachteil ist, dass ein sehr sperriges Teil entsteht, das wegen seines großen Hohlraumes nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand transportiert werden kann. Die für einen Transport max. möglichen Höhen, Breiten und Längen begrenzen die Abmessung der nach diesem Verfahren herstellbaren Häuser. Größere Häuser müssen mit entsprechenden Formen vor Ort erstellt werden, wofür entsprechend gigantische Formen und dafür erforderliche Kräne erforderlich sind. Ein wesentlicher Nachteil dieses Prinzips ist es jedoch, dass nach diesem Verfahren an beiden Seiten offene Hohlkörper entstehen, deren effiziente und dauerhafte Verbindung ungeklärt bleibt. Nicht näher spezifiziert ist auch die Erstellung der Giebelwände.

[0008] Als weitere Alternative wird das Zusammenfallen des entstandenen Hohlkörpers durch Einritzen und Falten an Stellen mit sehr engem Krümmungsradius beschrieben. Durch diese Faltung wird jedoch die Wellpappe - sowie zuvor bereits erläutert - entscheidend geschwächt. Das anschließende Zurückfallen in die ursprüngliche Form schwächt die Verbindungsstelle wei-

ter, so dass sie zu einer Sollbruchstelle wird.

[0009] Auf aktuellem Stand der Technik stellt die Anmeldung NL 1013438, Snel Golfkarton, Wellpappelemente vor, die aus jeweils drei gleich großen, rechteckigen Abschnitten zusammengeklebt sind. Dabei ist der mittlere Abschnitt gegenüber dem oberen und dem unteren Abschnitt in diagonalen Richtung verschoben, so dass sich mehrere dieser Elemente Steckerartig zusammenfügen lassen. Nachteilig ist, dass als Sicherung gegen Zugkräfte keine andere Methode als ein Verkleben genannt wird. Das gleichmäßige Aufbringen einer Klebstoffschicht ist jedoch nahezu unmöglich, da während der Steckbewegung die sich berührenden Flächen der Wellpappe aufeinander gleiten und dadurch die Klebstoffmenge verschieben, was von Außen nicht kontrollierbar ist.

[0010] Ein weiterer, sehr wesentlicher Nachteil ist, dass auf dieser Weise lediglich sehr groß dimensionierte Wellpappabschnitte zu erstellen sind. Als "Eckverbindung" wird ein viertelkreisförmiger Wellpappabschnitt vorgeschlagen, der mit plattenkompatiblen Steckverbindungen versehen sein muss. Nachteilig ist, dass dieses Sonderteil nur in aufwändigen Verfahren zu hohen Kosten herstellbar ist. Ein weiterer Nachteil ist, dass dadurch die Ausrichtung von zwei, über "Eck" verbundenen Wänden fest liegt, also auf der Baustelle stets eine besondere Orientierung der Platten erforderlich ist, was die Bearbeitungszeit erhöht. Durch die Wellpappecksäule wird keine Verwendung im mehrgeschossigen Hochbau möglich.

[0011] Die europäische Patentanmeldung EP 1 522 647 stellt eine Kombination eines Wellpappeabschnittes mit einer Gipsplatte vor, die als Wand in Gebäuden eingesetzt werden soll. Nachteilig ist, dass für die Verbindung dieser Platten zu wänden- und zu raumumschließenden Kuben keinerlei Hinweise gegeben werden.

[0012] Die Offenlegungsschrift DE 1 907 683, Dorothea Wolf, stellt eine Platte für den Hochbau vor, die aus Wellpappschichten besteht, die an sämtlichen Außenseiten mit einem Überzug aus glasfaserverstärktem Polyesterharz besteht. Für die Verbindung dieser Wandelemente mit statisch tragenden Säulen schlägt die Erfindung vor, dass an der Stirnseite ein U-Profil eingearbeitet wird, das so dimensioniert ist, dass es den Träger zangenartig umfasst. Dabei soll der Träger zugleich als Verbindungsschnittstelle zur benachbarten Platte dienen, die den Träger von der anderen Seite her ebenfalls zangenartig umfasst, sodass die nach außen hin sichtbare Naht zwischen zwei aneinanderstoßenden Platten sich stets dort befindet, wo auch ein Träger errichtet worden ist.

[0013] Nachteilig ist an diesem System, dass eine Verbindung von aneinandergrenzenden Platten ohne einen Träger nicht vorgeschlagen wird. Ebenso wird keine spezifische Ecklösung vorgestellt, sondern dem Erfindungsgeist des Anwenders anheim gestellt, wie er zwei Platten im Winkel von 90° miteinander verbinden soll.

[0014] Ein weiterer, wesentlicher Nachteil ist, dass

beim Aufbau einer Wand die Wandplatten nicht in ein bereits stehendes Trägersystem eingepasst werden können, da sie ja die Träger allseits umfassen. Ein Aufbau ist nur dadurch möglich, dass in abwechselnder Reihenfolge eine Wandbauplatte, dann ein Träger und dann wieder eine Wandbauplatte eingesetzt wird. Diese Reihenfolge erfordert im Vergleich zum bisherigen und eingespielten Ablauf beim Trockenbau eine vollständige Neustrukturierung der Arbeitsabläufe und der dafür benötigten Hilfseinrichtungen.

[0015] Auf diesem Hintergrund hat sich die Erfindung die Aufgabe gestellt, ein Bauelement für den Hochbau zu entwickeln, das vor allem aus Wellpappe besteht und auch für den mehrgeschossigen Hochbau geeignet ist, auf vorhandenen Maschinen produzierbar ist, mit den üblichen Transportmitteln verfrachtet werden kann und mit den im Trockenbau üblichen Hilfsmitteln in kurzer Zeit verbaut werden kann und so die Herstellung von kostengünstigen und energiesparenden, recyclebaren Gebäuden erlaubt.

[0016] Als Lösung präsentiert die Erfindung eine Wand, bei der zwischen vertikalen Stützen und/oder waagerechte Riegel aus Holz, Metall oder Beton zahlreiche Platten eingepasst sind und die Stirnkanten der Platten zumindest teilweise als Plattenverbinder geformt sind, der mit gleichartigen Platten verbindbar ist und der als eine randseitige Vertiefung eingebracht ist, die durch ein Verstärkungselement verstärkt ist, das mit den Blättern verklebt, verschraubt, vernietet, verklammert oder verpresst ist und das aus Holz oder aus Holzwerkstoff oder aus Metall oder aus Betonplatten oder aus Keramikplatten oder aus Kunststoffelementen besteht und die randseitige Vertiefung von wenigstens zwei aneinandergrenzenden Platten komplementär zu einem länglichen Verbindungsstreifen geformt ist, welcher jeweils mit einer Hälfte die Vertiefung je einer Platte ausfüllt und zugleich als Verbindungselement dient.

[0017] Ein wichtiges Merkmal der Erfindung ist also, dass die plattenförmigen Bauelemente für Wände, Fußböden, Decken, Dächer, Treppen und andere Ein- und Anbauten eines Hochbaus fast überwiegend nur aus Zellstoff bestehen, der so - wie prinzipiell für Wellpappe bekannt - aus mehreren, übereinander geschichteten und miteinander verklebten Blättern besteht. Dabei ist max. jedes zweite Blatt profiliert und zwar entweder in Form einer Wellenlinie oder in Form eines Mäanders, welcher durch fortlaufendes Abwinkeln eines Streifens entsteht und zwar folgen auf jeweils zwei nach rechts gerichtete Abwinklungen wiederum zwei nach links gerichtete Abwinklungen und dann wieder zwei nach rechts gerichtete Abwinklungen, wobei der Winkel vorzugsweise im Bereich von 90 Grad liegt, im Prinzip jedoch jeden Wert größer als 0 und kleiner als 180 Grad einnehmen kann.

[0018] Der entscheidende Fortschritt der erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelemente gegenüber dem bisherigen Stand der Technik ist die Verbindung eines Zellstoffverbundelementes mit dem nächsten.

[0019] Für die Montage und den Versand erfindungsgemäßer Zellstoffverbundelemente ist es ein wesentlicher Vorteil, dass die Plattenverbinder-Funktion des Randbereiches nicht nur als Kerbe oder Nute ausgeformt ist, sondern zusätzlich durch Versteifungselemente verstärkt ist. Diese Versteifungselemente können mit den Blättern verklebt, verschraubt, vernietet, verklammert oder verpresst sein. Als Werkstoff für die Verstärkungselemente ist Holz oder Holzwerkstoff oder Metall oder Beton oder Keramik oder Kunststoff vorgesehen.

[0020] Dadurch wird erreicht, dass für die Montage der Zellstoffverbundelemente keine wellpappetypischen Verfahren und Verbindungswerkstoffe wie Kleben, Stecken oder Falten angewandt werden müssen, sondern ein auf den Werkstoff der Stützen und Riegel angepasstes Verfahren, indem passend zum Werkstoff der Stützen und Riegel auch die Verstärkungselemente am Rand der darin einzupassenden Zellstoffverbundelemente aus dem gleichen Werkstoff bestehen oder zumindest aus einem dazu kompatiblen Werkstoff.

[0021] Wenn z.B. Stützen und Riegel aus Holz sind, so können auch die Verstärkungselemente aus Holz bestehen. Dann können die hölzernen Verstärkungen des Zellstoffverbundelementes so mit den hölzernen Stützen und Riegeln des Gebäudes verbunden werden, wie es im Bau von Holzhäusern und Fertighäusern bisher üblich ist und worauf die verarbeitenden Betriebe auch eingestellt sind. Mit solchen hölzernen Randverstärkungen kann ein erfindungsgemäßes Zellstoffverbundelement genauso verbaut werden, wie das mit bisher im Trockenbau üblichen Plattenelementen geschehen konnte, z.B. durch Verschrauben, vernageln oder verklammern. Auf diese Weise lassen sich natürlich auch Verstärkungen aus Metall oder Kunststoff effizient mit Holzträgern und Holzriegeln verbinden.

[0022] Stützen und Riegel aus Beton können wirkungsvoll mit Verstärkungen der Zellstoffverbundelemente verbunden werden, die auch aus Beton bestehen. Zu metallenen Stützen passen metallene Verstärkungen der Zellstoffverbundelemente.

[0023] Dabei ist es eine interessante Ausführung, dass die Verstärkungselemente als U-förmige Rahmen ausgebildet sind, deren Schenkel nach innen weisen und in beidseits entlang der Kante angeordnete Vertiefungen der Platte eingreifen. Wenn diese Randstreifen miteinander zu einem stabilen Rahmen verbunden sind, erlauben sie auch die Übertragung von Zugkräften durch die Platte. Alternativ oder ergänzend können die Verstärkungselemente mit den Stirnkanten der Blätter verklebt werden oder durch Schrauben, Klammern oder andere Metallelemente, die quer durch die Blätter verlaufen, mit ihnen verbunden werden.

[0024] Die U-förmige Versteifung am Rand der Platte muss so schmal sein, dass gegenüber der Außenfläche noch ein Absatz verbleibt, der mit einem Verbindungsstreifen gefüllt wird und mit seiner anderen Hälfte über den Absatz der verbleibenden Platte hinweg ragt. In einer Ausführungsvariante kann er beide Kerben bündig ab-

schließen.

[0025] Aus der Verpackungstechnik, ebenso wie aus dem bisher bekannten Stand der Technik für die Anwendung für Wellpappe im Hochbau werden zur Verbindung von Wellpappstücken, insbesondere bei Eckverbindungen, Teile der Wellpappe abgewinkelt und mit dem nächsten Element aus Wellpappe verbunden, meist durch Kleben, aber z.T. auch mit zusätzlichen, anderen Verbindungselementen.

[0026] Dabei ist es - wie schon im Stand der Technik erwähnt - ein gravierender Nachteil, dass durch das Abwinkeln oder Abbiegen die Stärke der Wellpappe reduziert und dadurch deren Tragfähigkeit gemindert wird und ein weiterer, wesentlicher Nachteil, dass der durch die profilierten Blätter geschaffene Hohlraum in seinem Volumen vermindert wird, was die thermische Isolation reduziert und dass bei all zu scharfem Abwinkeln sogar einzelne Blätter angerissen werden, wodurch benachbarte Hohlräume miteinander verbunden werden, was zu einer Verstärkung des Luftaustausches zwischen diesen Hohlräumen und damit zu einer deutlichen Reduzierung der thermischen Isolation führt.

[0027] Für den Fachmann ist das bei den meisten anderen Anwendungen auch genutzte Abwinkeln oder Abbiegen der Schichten nahe liegend und deshalb so weit verbreitet.

[0028] Im Gegensatz dazu ist der entscheidende Vorteil der erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelemente, dass zum Verbinden der Platten nicht zwangsläufig einige Schichten oder die gesamte Platte abgewinkelt und geknickt werden muss. Das Prinzip der Erfindung schließt zwar nicht aus, dass als Variante zum Beispiel kleine Laschen ausgebildet werden, die als Montagehilfe abgewinkelt und in entsprechende Schlitz der benachbarten Platte eingesteckt werden. Im Gegensatz zu den meisten anderen Bauelementen mit Zellstoffanteil ist die Erfindung jedoch keinesfalls darauf angewiesen.

[0029] Eine wichtiges Merkmal der Erfindung ist, dass in die Stirnkanten ein Plattenverbinder direkt integriert wird, mit dem das Abwinkeln oder Abbiegen der Schichten vermieden werden kann, womit erfolgreich die vom Abbiegen verursachte Schwächung von Tragfähigkeit und Isolation eliminiert wird.

[0030] Der Plattenverbinder ist auf die Ausrichtung der Blätter in den erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelementen abzustimmen. Dabei sind mehrere Arten der Ausrichtung der Blätter denkbar:

[0031] Die Erfindung bevorzugt die Ausrichtung der Blätter parallel zur Außenfläche der Platten. Ein Vorteil ist, dass dadurch sämtliche Blätter von dem Plattenverbinder an der einen Kante bis zum gegenüberliegenden Plattenverbinder an der anderen Seite durchlaufen, wodurch die Platte mit weit höheren Druck- und auch Zugkräften belastbar ist, als bei einem Verlauf der Blätter senkrecht zur Außenfläche.

[0032] Ein weiterer Vorteil ist, dass die offenen Stirnseiten der profilierten Blätter nur in den Bereich der Plattenverbindungen hinein ausgerichtet sind und dort durch

die Plattenverbindung bzw. durch die benachbarte Platte abgedeckt werden.

[0033] Vom Prinzip her ist es auch denkbar, dass die Blätter eines erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelementes senkrecht zur Außenfläche orientiert sind. Ein Vorteil ist, dass solche Elemente relativ einfach zu gewölbten Elementen geformt werden können, sogar auf der Baustelle. Dabei ist jedoch eine Einschränkung, dass dann auf der Außenfläche die Hohlräume der profilierten Blätter sichtbar werden und mit einer weiteren Schicht abgedeckt werden müssen. Außerdem ist die Stabilität des Verbundelementes geringer als bei parallel zur Außenfläche verlaufenden Blättern.

[0034] Im Sinne einer größtmöglichen Stabilität, also einer in jedem Punkt gleichen Belastbarkeit, sollten die Wellenberge und Wellentäler der wellenförmig profilierten Blätter eine etwa gleiche Breite aufweisen. Es ist auch vorteilhaft, wenn sie parallel zueinander verlaufen. Das Gleiche gilt für die Linien der Abwinkelung mäanderförmig profilierter Blätter, wobei die Mäanderform vorteilhafter Weise nicht etwa durch mehrfaches Abknicken einer zu Beginn vollkommen ebenen Kartonfläche entsteht, sondern bereits bei der Herstellung des mäanderförmigen Profils in die noch bewegliche Masse aus Zellstofffasern und Verbindungsmaterial eingeformt wird, so dass nach dem Erhärten auch in den Winkelstellen keine Fasern zerbrochen oder vom verbindenden Klebstoff gelöst sind.

[0035] Bei Wandelementen, die auch tragende Funktionen übernehmen sollen, wie z.B. bei Wänden, ist es sinnvoll, dass die Wellenlinien der profilierten Schichten in Richtung der größten Kraft ausgerichtet sind, bei Wänden also senkrecht.

[0036] Es kann Anwendungen, wie z.B. Deckenplatten größerer Spannweite geben, bei denen die beste Tragfähigkeit dann erzielt wird, wenn die Ausrichtung der Wellenberge einer profilierten Schicht von Schicht zu Schicht gegeneinander abwechselt, so dass sich die Wellenlinien der benachbarten Schichten kreuzen. Für rechteckige Platten liegt dabei ein Kreuzungswinkel von 90 Grad nah.

[0037] Die bevorzugte Form eines Zellstoffverbundelementes wird in der Praxis voraussichtlich das Rechteck sein, weil sich daraus die meisten Kombinationsmöglichkeiten ergeben und weil auch die überwiegende Mehrheit aller Ausrüstungsgegenständen von Gebäuden sowie aller Materialien zum Bau auf rechteckige Formen abgestimmt sind.

[0038] Wie bereits erläutert, ist es ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelemente, dass sie über ihren Querschnitt hinweg zahlreiche, sehr kleine Hohlräume enthalten. Bis zu einer gewissen Grenze verbessert sich durch immer kleiner werdende Hohlräume und damit über einen gegebenen Querschnitt hinweg erhöhte Anzahl von Hohlräumen, die thermisch isolierende Wirkung einer Platte. Eine weitere Erhöhung der isolierenden Wirkung kann dadurch erreicht werden, dass möglichst viele der profilierten Blätter auf zumindest einer Seite mit einer wärmereflektierenden Beschich-

tung, wie z.B. einer Aluminiumfolie versehen sind. Zusätzlich zu der Verminderung des Wärmeaustausches wegen Konvektion mittels der zahlreichen kleinen Hohlräume, wird dadurch auch noch die Wärmeübertragung durch Strahlung weiter blockiert.

[0039] Zellstoff ist prinzipiell nicht wasserlöslich und daher für die Verwendung als Baustoff gut geeignet. Durch den Klebstoff zur Verbindung der einzelnen Klebstofffasern und durch entsprechende Zuschlagstoffe und/oder entsprechende Beschichtungen der Fasern und/oder der Blätter und/oder der Bauelemente können sie flammhemmend oder kaum brennbar und/oder feuchtigkeitsabweisend oder wasserbeständig und/oder pilzhemmend (Fungizid) und/oder termitenunverträglich und/oder biologisch abbaubar und/oder elektrisch leitfähig gestaltet werden.

[0040] Eine weitere, sinnvolle Verstärkung ist eine Schicht aus einem netzartigen oder textilen Material. Wenn diese Schicht an der Außenfläche oder nahe der Außenfläche angeordnet ist, wird damit die Widerstandsfähigkeit der Außenfläche erhöht. In einer Ausführungsvariante können die Filamente dieser Schicht in den Plattenverbinder hineingeführt werden und mit dem Plattenverbinder verbunden werden. Durch diese Konfiguration ist die Zugfestigkeit der Platte weiter erhöht.

[0041] Wenn das Netzwerk aus Drähten geflochten ist und wenn diese Drähte bis in die Plattenverbindung hineingeführt sind und dort mit den Drähten des benachbarten Zellstoffverbundelementes verbunden sind, können auch erhebliche Zugkräfte von der Gesamtstruktur aufgenommen werden. Als weitere Verstärkung ist es denkbar, Zwischenschichten aus Metall aufzubauen. Diese Metallflächen können als elektrische Abschirmung des Innenraumes genutzt werden, wenn sie mit gleichartigen Metallflächen in benachbarten Platten verbunden werden. Alternativ ist es auch denkbar, nur die Metallschichten von wenigen, ausgewählten Elementen untereinander zu verbinden und auf diese Weise Empfangsantennen zu bilden, die in ihren Eigenschaften auf die zu empfangende Frequenz abstimmbare sind. Wenn die Metallschichten sehr kräftig ausgebildet sind und die Verbindung der Metallflächen sehr belastbar ist, wie z.B. durch eine Verschraubung, kann die entstehende Struktur auch sehr hohen Kräften standhalten.

[0042] Alternativ können die eingelegten Zwischenschichten zusätzliche Funktionalitäten, wie z.B. Heizung oder Kühlung übernehmen.

[0043] Je nach gewünschtem Aufbau der Wand kann eine dampfsperrende Folie als Zwischenschicht sinnvoll sein.

[0044] Prinzipiell ist es für ein erfindungsgemäßes Zellstoffverbundelement ohne weiteres möglich, eine Zwischenlage aus beliebigem anderen Material einzubringen. Genannt werden Metall, Gips, faserverstärkter Gips, Beton, faserverstärkter Beton, Porenbeton, Kunststoff, Lehm, Holz oder Holzwerkstoff oder Putzträger mit Putz. Dabei ist die Stärke der Schicht, die Positionierung dieser Schicht entweder nahe der Innenwand oder in der

Mitte oder nahe der Außenwand sowie die Auswahl des dazwischenliegenden Werkstoffes abhängig vom Gesamtkonzept des Gebäudes und dessen bauphysikalischer Auslegung.

[0045] Eine weitere interessante Alternative ist, einige Hohlräume einer oder mehrerer profilierter Schichten mit Sand zu befüllen. Dadurch wird die schallisolierende Wirkung des Elementes weiter verstärkt, wobei das Verhältnis zwischen der Gewichtserhöhung und der erreichten Schalldämpfung besonders günstig ist, weil ein nennenswerter Anteil der im Schalldruck enthaltenen Energie durch Reibung der vom Schall bewegten Sandkörner aneinander abgefangen wird.

[0046] Als eine andere Alternative können einige Hohlräume wenigstens einer profilierten Schicht mit einem Isoliermaterial ausgefüllt werden, wodurch der thermische Widerstand des Bauelementes und damit die Isolationsfähigkeit steigt.

[0047] Eine weitere, vorteilhafte Option ist eine luft- und/oder wasserdichte Folie, die das gesamte Zellstoffverbundelement umgibt. Dadurch wird nicht nur das Bauelement selbst gegen Feuchtigkeit oder aggressive Gase geschützt, sondern es können zusätzlich die Hohlräume im Inneren zumindest teilweise evakuiert werden, wodurch die Isolationsfähigkeit des Elementes deutlich erhöht wird. Alternativ können innerhalb der umgebenden Folie auch einige Hohlräume mit einem Gas befüllt werden, wodurch im Vergleich zu einer Luftbefüllung die Isolationsseigenschaften verbessert werden können.

[0048] Auch wenn innerhalb der Folienumhüllung nur Luft in den Hohlräumen vorhanden ist, so ermöglicht die trennende Folie, dass diese Luft vor dem Einbringen getrocknet wird, so dass sich im Inneren auch bei Temperaturschwankungen nur wenig oder gar kein Kondenswasser bildet.

[0049] Eine weitere nützliche Option ist das Einbringen von Leerräumen oder Hohlräumen für Installationsleitungen, die die Versorgung mit Strom, Wasser, Gas, Luft und anderem übernehmen können. Denkbar sind auch Elemente, die Öffnungen für Türen, Fenster, Durchreichen oder andere Einbauten enthalten. Möglich ist es, diese Elemente bereits bei der Fertigung einzubauen und auf der Baustelle nur zusammen mit dem erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelement in das Haus zu montieren. Genannt werden Türen, Fenster, Durchreichen, Klappen, Schaltkästen, Heizungselemente, Kühlelemente, Beleuchtungskörper, Elektroschalter, Sanitärerlemente oder Wandschränke.

[0050] Wie bereits beschrieben, ist es ein wesentliches Merkmal der erfindungsgemäßen Zellstoffverbundplatten, dass ein geeigneter Plattenverbinder integriert ist, der als randseitige Vertiefung eingebracht ist. Eine solche Vertiefung kann durch materialabhebende Bearbeitungen, wie Schneiden oder Fräsen in eine Platte eingebracht werden. Interessanter ist es jedoch, die Vertiefung dadurch zu bilden, dass die Platte aus Blättern verschiedener Größe aufgebaut wird, weil dann kein Abfall entsteht.

[0051] Eine besonders interessante und auf die Struktur der erfindungsgemäßen Platte abgestimmte Ausbildung der Randverbinder, ist es im Randbereich die Profilierung einiger Schichten entfallen zu lassen, wodurch im Randbereich der Querschnitt kleiner wird. Es ergibt sich dabei, dass die auf eine profilierte Schicht folgende Lage im Randbereich treppenförmig auf den nichtprofilieren Bereich herunter geführt wird.

[0052] Diese Treppe kann natürlich durch zweimaliges Umbiegen des jeweiligen Blattes gebildet werden. Weil dabei jedoch das Blatt in den Falzstellen etwas geschwächt wird, ist es noch vorteilhafter, diesen Absatz gleich bei der Herstellung des noch weichen Blattes einzubringen. Daraus ergibt sich ein in etwa wannenförmiges Teil, dessen gewinkelte Bereiche ebenso stabil sind, wie die flachen Bereiche.

[0053] Dabei kann die randseitige Vertiefung nicht nur als Kerbe, sondern auch als Nut ausgebildet werden.

[0054] In jedem Fall weisen zwei benachbarte Platten jeweils eine Vertiefung auf, die mit einem Verbindungsstreifen als dritten Element wieder gefüllt ist - in einer Ausführungsvariante sogar flächenbündig - das jeweils zu einer Hälfte in eine Platte hinein ragt oder auf einer Kerbe aufliegt. Dadurch entstehen Bauelemente, deren Verbindung als Nut und Feder gestaltet ist. Möglich ist eine solche Verbindungsart auch bei der ausschließlichen Verwendung von identischen Platten, bei denen dann jeweils gegenüberliegende Kanten komplementär zueinander ausgebildet sind und sich auf diese Weise bausteinartig zusammenstecken lassen.

[0055] Als Form der Platte liegt - wie bereits erwähnt, ein Rechteck am nächsten, da es sehr verschiedene Kombinationen erlaubt. Denkbar sind jedoch auch sechseckige Platten, die wie Bienenwaben aneinander gesetzt werden. Regelmäßige Sechsecke deren Stirnkanten einen Winkel von weniger als 90 Grad zur Außenfläche einnehmen, sind besonders gut für den Bau von polygonalen Kuppeln oder Domen geeignet. Platten, die als regelmäßiges Achteck geformt sind, benötigen als weiteres Element zum Füllen der Lücken Quadrate mit der Kantenlänge des Achtecks.

[0056] Prinzipiell sind auch geschwungene Außenlinien für die Kontur der Platten möglich, wobei sinnvoller Weise einander gegenüberliegende Außenlinien zueinander komplementär sein müssen, damit alle Elemente fugenlos aneinander setzbar sind.

[0057] Ein erfindungsgemäßes Zellstoffverbundelement kann auf seiner Außenfläche und/oder seiner Innenfläche als Witterungsschutz und/oder als Dekoration und/oder als Verstärkung mit den verschiedensten Materialien und Werkstoffen ausgerüstet werden. Genannt werden Trapezblech, andere Blechplatten, Schindeln, Dachelemente, Betonplatten, Keramikplatten, Wandkacheln, Kunststoffplatten, Kunststoffelemente, Gipsplatten, Holzplatten, Fußbodenbeläge, Solarelemente, Reliefprägungen, Tapeten, Dekorationsfolien, Farbschichten und/oder auf Putzträger aufgebrachter Putz.

[0058] Denkbar ist es auch, dass im Inneren des Zell-

stoffverbundelementes ein Hohlraum vorhanden ist, der entweder leer bleibt oder mit einem anderen isolierenden und/oder verstärkenden Werkstoff gefüllt wird.

[0059] Als Zusatz zu den erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelementen sind Elemente aus Holz oder aus Holzwerkstoff genannt worden. Diese Elemente können in einer besonders leichtgewichtigen und zugleich sehr stabilen Alternative aus drei Holzschichten gebildet werden, von denen eine erste Schicht wellenförmig ist und mit den Wellenbergen eine zweite, ebene Holzschicht verbunden ist und mit der Rückseite der Wellentäler eine dritte ebene Holzschicht verbunden ist, so dass sich zwischen den Holzschichten zahlreiche Hohlräume bilden. Diese Holzelemente sind also ähnlich wie die Schichten des Zellstoffverbundelementes aufgebaut, bestehen jedoch aus sehr viel dickeren Schichten. Deshalb sind sie auch stärker belastbar. Dem steht ein erhöhter Aufwand entgegen, insbesondere für das Formen der mittleren, wellenförmigen Schicht.

[0060] Als Werkzeuge für dieses Verfahren sind Walzen oder Stempel mit wellenförmiger Oberfläche geeignet. Bei hoher Temperatur und/oder hoher Feuchtigkeit formen sie eine Holzplatte wellenförmig. Danach muss die gewellte Platte abgekühlt und getrocknet werden und kann dann mit ebenen Holzplatten z.B. verklebt werden. Erfindungsgemäße Zellstoffverbundelemente sind im Hochbau universell einsetzbar für Wände, Vorsatzschalen, Vorwände, Dächer, Decken, Fußböden, Treppen, Zwischenwände und andere flächige Elemente.

[0061] Für die Verbindung mehrerer Platten zu einer Wand ist es eine besonders interessante Ausführungsvariante der Zellstoffverbundelemente, wenn die einzelnen Platten am gesamten Rand mit einer umlaufenden, rechteckigen Einkerbung versehen werden, die mit komplementär dazu geformten Verbindungstreifen ausgefüllt werden können. Diese Verbindungstreifen sind bevorzugter Weise doppelt so breit wie die randseitig umlaufenden Einkerbungen. Dadurch können sie in die beiden Einkerbungen von zwei benachbarten Platten eingelegt werden. Wenn die Tiefe der Einkerbung der Stärke der Verbindungstreifen entspricht, schließt die Außenfläche der Verbindungstreifen bündig mit der Außenfläche der Platten ab. Im Ergebnis entsteht eine ebene Außenfläche der Wand, innerhalb derer die Platten zug- und druckfest durch die Verbindungstreifen miteinander verbunden sind.

[0062] Als Werkstoff für die Verbindungstreifen bietet sich Holz oder ein Holzwerkstoff an. Wenn auch die Verstärkungselemente im Bereich der Plattenverbinder aus dem gleichen Material geformt sind, kann der Verbindungstreifen wirkungsvoll mit den Verstärkungselementen verschraubt und/oder verklebt werden. Denkbar sind auch Nägel, Klammern oder Verbindungsbleche, die zahlreiche, zu beiden Seiten ausgeklinkte, dreieckige Blechspitzen aufweisen, die nach Art eines Nagels zwischen Verstärkungselement und Verbindungstreifen eingepresst werden.

[0063] Eine erfindungsgemäße Wand weist vertikalen

Stützen und/oder waagerechten Riegel aus Holz, Metall oder Beton auf, zwischen die erfindungsgemäße Platten eingepasst sind. Bei Dächern können Zellstoffverbundelemente bis zu gewissen Spannweiten ohne zusätzliche Stützkonstruktion selbst alle Lasten tragen.

[0064] Es sind sogar Decken geringerer Spannweite, wie z. B. über Fluren, aus erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelementen denkbar. Dabei kann eine Erhöhung der Tragfähigkeit dadurch erreicht werden, dass der Querschnitt der Decke gewölbeartig ausgebildet wird, d.h. in der Mitte der Decke einen geringeren Querschnitt aufweist als nach außen hin. Für diese Anwendung sind Deckenelemente denkbar, die einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen, sodass die Decke an ihrer Oberkante eine ebene Fläche bildet, die Unterkante jedoch polygonal geformt ist.

[0065] Wenn die Decken größere Spannweiten überbrücken sollen, können erfindungsgemäße Platten oder ganze Zellstoffverbundelemente zwischen oder auf die Deckenbalken gesetzt werden.

[0066] Möglich sind sogar Treppenstufen, die bei entsprechender Stärke ausschließlich aus Zellstoffverbundmaterial bestehen. Auch hier können die einzelnen Treppenstufen als im Querschnitt trapezförmige Elemente gebildet werden. Alternativ ist es denkbar, quaderförmige Platten zu L-förmigen Bauelementen zu verbinden, die die Trittfläche und die Vorderkante einer Treppenstufe bilden. Diese Elemente können beidseits in Wandelementen eingefügt werden. Alternativ können sie auch auf geneigte Balken als Träger aufgesetzt oder dazwischen eingefügt werden. Für Treppen größerer Breite kann es sinnvoll sein, die erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelemente durch zusätzliche, quer zur Richtung der Treppe verlaufende Träger zu unterstützen.

[0067] Im Folgenden sollen weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert werden. Diese sollen die Erfindung jedoch nicht einschränken, sondern nur erläutern. Es zeigt in schematischer Darstellung:

Figur 1: Perspektivische Darstellung einer geschnittenen Platte

Figur 2: Vollständige Darstellung der in Figur 1 geschnittenen Platte

Figur 3: Schnitt durch eine Decke-Wandverbindung mit den in Figur 1 und Figur 2 gezeigten Platten

[0068] Die Figur 1 zeigt als Teil eines erfindungsgemäßen Zellstoffverbundelementes eine Platte 1. Sie besteht in dieser Variante aus kreuzweise zueinander ausgerichteten, gewellten Blättern 2, die jeweils mit einem ebenen Blatt 2 als Zwischenschicht miteinander verklebt sind.

[0069] Das in Figur 1 gezeigte Ausführungsbeispiel weist insgesamt sieben profilierte Blätter 2 auf, die hier

wellenförmig profiliert sind. Da sie kreuzweise zueinander ausgerichtet sind, sieht man in der Schnittebene der Figur 1 insgesamt drei profilierte Blätter 2.

[0070] Angrenzend an die beiden Außenflächen 11 der Platte 1 ist je eine weitere, profilierte Schicht zu erkennen. Ihre Hohlräume 3 sind an der Kante der Außenfläche 11 der einbaufertigen Platte 1 noch zu erkennen. Später werden sie - wie in Figur 3 gezeigt - noch durch die Seitenkante einer Verbindungsplatte 6 abgedeckt.

[0071] Im Ausführungsbeispiel der Figur 1 ist als Plattenverbinder 4 der Platte 1 eine randseitig umlaufende, rechteckige Einkerbung gezeigt. Diese Einkerbung ist so tief, dass ein profiliertes Blatt 2 nach außen hin sichtbar wird. In die randseitige Einkerbung sind Verstärkungselemente 5 parallel zur Außenfläche 11 eingelegt und eingeklebt. Zwischen diese beiden Verstärkungselemente 5 ist ein drittes Verstärkungselement 5 eingelegt und zumindest verklebt, bevorzugter Weise jedoch verstiftet und/oder verschraubt.

[0072] Als Werkstoff für die Verstärkungselemente wird Holz oder ein Holzwerkstoff bevorzugt, da er für den Trockenbau von Gebäuden seit Jahrhunderten bewährt ist und deshalb ein sehr reiches Spektrum an Erfahrungen und Werkzeugen vorliegt.

[0073] In Figur 1 ist gut sichtbar, dass das Volumen einer erfindungsgemäßen Platte 1 aus einer sehr großen Anzahl von stabförmigen Hohlräumen 3 besteht, die sich zwischen den Wellenbergen und den Wellentälern der profilierten Blätter 2 erstrecken.

[0074] In Figur 1 wird deutlich, dass im Querschnitt einer Platte - schon in diesem, sehr einfach aufgebauten Beispiel - von außen nach innen bereits sieben voneinander abgetrennte Hohlräume überwunden werden müssen, was eine sehr gute Isolierungswirkung plausibilisiert.

[0075] In Figur 2 ist die in Figur 1 gezeigte Platte 1 als vollständiges Bauelement gezeichnet. Figur 2 macht deutlich, dass die Platte 1 in diesem Beispiel quaderförmig gestaltet ist. Alle in der außen umlaufenden Kerbe angeordneten Verstärkungselemente 5 sind mit den vier Stück stirnseitig angeordneten, weiteren Verstärkungselementen 5 zu einem U-förmigen Rahmen verbunden, der entlang aller vier Kanten der Platte 1 umläuft. Auf den Flächen der Platte 1 ragt als kleinerer Quader je eine weitere Schicht eines wellenförmig profilierten Blattes 2 mit einer ebenen Außenfläche 11 heraus.

[0076] Im Ausführungsbeispiel der Figur 2 ist die randseitig umlaufende Einkerbung zur Hälfte mit den Verstärkungselementen 5 ausgefüllt. In Figur 2 wird nachvollziehbar, dass diese Verstärkungselemente 5 besonders innig mit den Blättern 2 verbunden sein sollten.

[0077] Figur 2 lässt jedoch ebenfalls deutlich werden, dass bei einer sehr belastbaren Verbindung der hier eingesetzten, insgesamt zwölf Stück Verstärkungselemente 5 auch die Zugbelastbarkeit der Plattenverbinder 4 hoch ist, da Zugkräfte, die auf einer Seite auf ein Verstärkungselement 5 einwirken, über die beiden benachbarten, U-förmigen Verstärkungselemente 5 auf das der

beaufschlagten Seite gegenüberliegende Verstärkungselement 5 weitergeleitet werden und dort ausschließlich Druckkräfte auf die im Innern der Platte 1 angeordneten Wellpappelemente ausübt.

[0078] In Figur 3 ist gezeichnet, wie die in Figur 1 und 2 vorgestellten Platten 1 zu Wänden und Decken vervollständigt und miteinander verbunden werden. Figur 3 zeigt zwei horizontale Platten 1, von denen die hintere an einer Ecke geschnitten ist und dadurch die 7 Schichten aus profilierten Blättern 2 zeigt, die zahlreiche Hohlräume 3 enthalten. Die beiden, miteinander verbundenen Platten 1 in der Wand des Obergeschosses bilden zusammen ein Zellstoffverbundelement.

[0079] Als Wand für beide Geschosse sind bereits drei Stück Platten 1 eingebaut, von denen die beiden vorderen geschnitten dargestellt sind, sodass ihr innerer Aufbau sichtbar wird. Die untere, vertikale Platte 1 trägt auf ihrer oberen Stirnseite als Decke eine waagrecht angeordnete Platte 1, die mit ihrem nach unten weisenden und zur Außenfläche 11 parallel verlaufenden Verstärkungselement 5 auf dem kantenseitigen Verstärkungselement 5 der vertikalen Platte 1 aufliegt. Nach oben hin trägt sie zwei weitere Platten 1, die ein Zellstoffverbundelement für die Wand des Obergeschosses bilden.

[0080] Figur 3 zeigt, dass der vom Betrachter abgewandte, nach außen weisende Teil des Plattenverbinders 4 der unteren, vertikalen Platte 1 eine Fläche bildet, die mit der Stirnkante der horizontal aufgelegten Platten 11 fluchtet, die wiederum mit der Fläche innerhalb des Plattenverbinders 4 der beiden Platten 1 des Obergeschosses fluchtet.

[0081] Durch die miteinander fluchtenden Ebenen der Randstreifen 4 von den unteren Platten 1 mit den oberen Platten 1 und der Stirnkante der als Decke verwendeten Platten 1 entsteht an der Außenseite des Gebäudes eine horizontale Einkerbung, die mit einem besonders breiten Verbindungsstreifen 6 gefüllt werden wird, der in Figur 3 noch in einem Abstand von der Einkerbung gezeichnet ist.

[0082] In Figur 3 sind in der Wand des Obergeschosses zwei vertikale Verbindungsstreifen 6 eingetragen, von denen der linke schon mit den beiden, eingezeichneten Platten 1 verbunden ist und der rechte Verbindungsstreifen 6 nur mit einer Hälfte auf dem Plattenverbinder 4 der Platte 1 aufliegt; die andere Hälfte des Verbindungsstreifens 6 wartet noch auf die nächste, anschließende Platte 1.

[0083] Im Sockelbereich der Wand des Obergeschosses sind mehrere, sehr schmale Verbindungsstreifen 6 zu erkennen, die den von der als Decke verwendeten Platten 1 noch nicht abgedeckten Bereich der horizontalen Plattenverbinder 4 abdecken und zu einer ebenen Wand vervollständigen.

[0084] Nach dem gleichen Prinzip wie die Wand ist auch die Decke in Figur 3 aufgebaut. Es sind insgesamt 3 Stück horizontal angeordnete Verbindungsstreifen 6 in der Decke zu erkennen, von denen die beiden rechten geschnitten dargestellt sind. Am ganz vorne gezeichnete

ten Verbindungsstreifen 6 wird erkennbar, dass er in der rechteckigen Nut an der vorderen Kante der (Decken-) Platten 11 eingeschraubt ist. Er ist dort bis in das parallel verlaufende Verstärkungselement 5 verschraubt und ragt nach vorne über.

[0085] Unterhalb des vorderen, horizontalen Verbindungsstreifens 6 bildet sich zusammen mit der vertikalen Stirnkante der Platte 1 und der Oberseite des Deckenbalkens 7 eine große Nut, in die die nächste, benachbarte Platte 1 eingesteckt und verschraubt wird.

[0086] Der Deckenbalken 7 ist in dieser Ausführungsvariante in einer sehr kräftigen Ausführungsform dargestellt. Denkbar ist, dass er durch vertikal angeordnete schmale Holzelemente ersetzt wird, die dann die Last der horizontal angeordneten Platten 1 tragen.

[0087] In Figur 3 ist als eine Ausführungsvariante für die T-förmige Verbindung von erfindungsgemäßen Platten 1 gezeigt, dass zwischen zwei fluchtende, aber zueinander beabstandete Platten 1 eine weitere, dritte Platte 1 zwischengeschoben wird. Diese Form der T-förmigen Verbindung ist vor allem für die Einbindung von Decken in Wände geeignet. Es ist jedoch auch möglich, drei aufeinander treffende Wände so zu verbinden.

[0088] In Figur 3 ist nicht dargestellt, dass eine solche Verbindung auch durch direkt aneinanderstoßende, miteinander fluchtende Platten und eine mit ihrer Stirnseite daran angebundene dritte Platte 1 gebildet werden kann.

Bezugszeichenliste

[0089]

- 1 Platte aus mehreren Schichten 2
- 11 Außenfläche der Platte 1
- 2 Blätter, bilden die Schichten der Platte 1
- 3 Hohlraum, in Platte 1
- 4 Plattenverbinder, Teil der Platte 1, der zur Verbindung mit einer benachbarten Platte 1 dient
- 5 Verstärkungselement im Plattenverbinder 4
- 6 Verbindungsstreifen, verbindet zwei benachbarte Platten 1
- 7 Deckenbalken, trägt zwei benachbarte Platten 1 als Deckenplatte

Patentansprüche

1. Zellstoffverbundelement für den trockenen Bau von Wänden, Decken und Fußböden von Gebäuden, das aus dicken Platten (1) aus zellstoffhaltigem Material mit darin eingeschlossenen Hohlräumen (3) besteht, wobei

- jede Platte (1) aus mehreren, miteinander verklebten Schichten von Blättern (2) oder dünnen Platten besteht, von denen mehrere das Profil einer Welle oder eines Mäanders aufweisen und innerhalb dieses Profils zahlreiche Hohlräume

(3) bilden und

- mehrere Platten (1) miteinander verbindbar sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

- zwischen vertikale Stützen und / oder waagerechte Riegel aus Holz, Metall oder Beton zahlreiche Platten (1) eingepasst sind und

- die Stirnkanten der Platten (1) zumindest teilweise als Plattenverbinder(4) geformt sind,

- der mit gleichartigen Platten (1) verbindbar ist und

- der als eine randseitige Vertiefung eingebracht ist,

- die durch ein Verstärkungselement (5) verstärkt ist,

- das mit den Blättern verklebt, verschraubt, vernietet, verklammert oder verpresst ist und

- das aus Holz oder aus Holzwerkstoff oder aus Metall oder aus Betonplatten oder aus Keramikplatten oder aus Kunststoffelementen besteht und

- die randseitige Vertiefung von wenigstens zwei aneinandergrenzenden Platten (1) komplementär zu einem länglichen Verbindungsstreifen (6) geformt ist, welcher jeweils mit einer Hälfte die Vertiefung je einer Platte (1) ausfüllt und zugleich als Verbindungselement dient.

2. Zellstoffverbundelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkungselemente (5) als U-förmiger Rahmen ausgebildet sind.

3. Zellstoffverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blätter (2)

- profilfrei sind und im wesentlichen eine Ebene oder eine gering gekrümmte Fläche bilden, deren Krümmungsradius ein mehrfaches der Stärke der Platte (1) ist und / oder

- etwa parallel zur Außenfläche (11) der Platten (1) ausgerichtet sind und / oder

- etwa senkrecht zur Außenfläche (12) ausgerichtet sind und / oder

- wellenförmig oder mäanderförmig profiliert sind, wobei

- zumindest die meisten Wellenberge und Wellentäler oder die Faltungslinien innerhalb einer Platte (1)

- parallel zueinander verlaufen oder
- von Schicht zu Schicht abwechselnd gegeneinander z.B. um etwa 90 Grad gegeneinander verschwenkt sind und

- zumindest auf einer Seite mit einer wärmerereflektierenden Beschichtung versehen

- sind und / oder
- flammhemmend oder
 - unbrennbar und / oder
 - feuchtigkeitsabweisend oder
 - wasserbeständig und / oder
 - pilzhemmend (Fungizid) und / oder
 - termitenunverträglich und / oder
 - biologisch abbaubar und / oder
 - elektrisch leitfähig
- sind.
4. Zellstoffverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in wenigstens einer Platte (1) eine Schicht
- aus einem netzartigen oder textilen Material besteht, wobei
 - die Filamente des Netzes oder des Textils mit dem Plattenverbinder (4) verbunden sein können und diese Verbindungen durch Zugkräfte belastbar ist und
 - die Filamente aus Metall sein können und / oder wenigstens eine Schicht
 - eine dampfsperrende Folie ist und / oder
 - aus Metall und / oder - aus Gips und / oder
 - aus faserverstärktem Gips und / oder
 - aus Beton und / oder
 - aus faserverstärktem Beton und / oder
 - aus Porenbeton und / oder - aus Kunststoff und / oder - aus Lehm und / oder
 - aus Holz und / oder
 - aus Holzwerkstoff und / oder
 - aus Putzträger mit Putz
- besteht.
5. Zellstoffverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in wenigstens einer Platte (1) die Hohlräume (3) wenigstens einer profilierten Schicht größtenteils
- mit Sand befüllt oder
 - mit einem Isoliermaterial ausgefüllt oder
 - zumindest teilweise evakuiert oder
 - zumindest teilweise mit einem Gas befüllt oder
 - zumindest teilweise mit getrockneter Luft befüllt
- sind.
6. Zellstoffverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** darin
- durchgehende Leerrohre oder Hohlräume für Installationsleitungen oder
 - Öffnungen für Türen, Fenster oder Durchreiche oder andere Einbauten oder
 - wenigstens ein/e/s vollständige/r/s Tür oder Fenster oder Durchreiche oder Klappe oder Schaltkasten oder Heizungselement oder Kühlelement oder Beleuchtungskörper oder Elektroschalter oder Sanitärelement oder Wandschrank
- enthalten sind.
7. Zellstoffverbundelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die randseitige Vertiefung
- durch Entfall der Profilierung einiger Blätter (2) im Randbereich und die unterbrechungsfreie Fortführung aller Blätter (2) in den Randbereich hinein ausgebildet und / oder
 - als umlaufende Nut ausgebildet und / oder
 - komplementär zum Randbereich einer anderen, ähnlichen oder gleichen Platte (1) mit einem über die Stirnkante herausragenden Falz geformt ist.
8. Zellstoffverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Platte 1 an der einen Hälfte ihrer Kanten mit einer randseitigen Vertiefung versehen ist und an der anderen Hälfte ihrer Kanten mit einem zu der Vertiefung komplementären und über die Stirnkante herausragenden Falz oder Feder versehen ist.
9. Zellstoffverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zellstoffverbundelement an wenigstens einer Außenseite mit
- Trapezblechen oder
 - anderen Blechplatten oder
 - Schindeln oder
 - Dachelementen oder
 - Betonplatten oder
 - Keramikplatten oder - Wandkacheln oder
 - Kunststoffplatten oder
 - Kunststoffelementen oder
 - Gipsplatten oder
 - Holzplatten oder
 - Fußbodenbelägen oder - Solarelementen oder
 - Reliefprägungen oder
 - Tapeten oder
 - Dekorationsfolien oder - Farbschichten oder
 - Putzträger mit Putz versehen ist und / oder

- wenigstens eine Platte 1 allseits mit einer luft- und wasserdichten Folie umgeben ist.

10. Zellstoffverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zellstoffverbundelement im Inneren wenigstens einen sehr großen Hohlraum (3) aufweist. 5
11. Verwendung von Zellstoffverbundelementen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus mehreren, miteinander verbundenen Platten (1) 10
- eine Wand und / oder
 - eine Vorsatzschale für eine Wand und / oder
 - ein Dach und / oder
 - eine Decke und / oder
 - ein Fußboden und / oder
 - eine Treppe
- gebildet ist. 20
12. Wand, die Zellstoffverbundelemente nach einem der Ansprüche 1 bis 10 enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsstreifen (6) mit den Außenflächen (11) der Platten (1), in deren Plattenverbinder (4) sie eingelegt sind, flächenbündig abschließen. 25
13. Wand, die Zellstoffverbundelemente nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 10 enthält bzw. nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hölzernen Riegel aus zumindest drei Schichten bestehen, von denen eine erste Schicht wellenförmig ist und mit den Wellenbergen eine zweite, ebene Holzschicht verbunden ist und mit der Rückseite der Wellentäler eine dritte ebene Holzschicht verbunden ist, so dass sich zwischen den Holzschichten zahlreiche Hohlräume bilden. 30
14. Dach, welches Zellstoffverbundelemente nach einem der Ansprüche 1 bis 10 enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen oder auf die Dachsparren zahlreiche Platten (1) montiert sind. 35
15. Decke, die Zellstoffverbundelemente nach einem der Ansprüche 1 bis 10 enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen oder auf die Deckenbalken (7) zahlreiche Platten (1) montiert sind. 40
16. Treppe, die Zellstoffverbundelemente nach einem der Ansprüche 1 bis 10 enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen oder auf die Tragbalken der Treppe mehrere, paarweise zu einem L-förmigen Bauelement miteinander verbundene Platten (1) montiert sind, die als Treppenstufe dienen. 45

Claims

1. Composite cellulose element for the dry construction of walls, ceilings and floors of buildings, which consists of thick panels (1) of a cellulose-containing material with cavities (3) enclosed therein; in which
- each panel (1) consists of several layers of sheets (2) or thin plates cemented together of which several ones feature the profile of a wave or a meander and form numerous cavities (3) within this profile and
 - several panels (1) are combinable with one another,
- characterised in that**
- numerous panels (1) are fitted between the vertical props and / or horizontal bolts of wood, metal or concrete and
 - the front edges of the panels (1) are at least partly formed as a panel connector (4)
 - which is combinable with similar panels (1) and
 - which is holed out as a recess at the rim side,
 - which is reinforced by a reinforcing element (5)
 - which is cemented, screwed, riveted, cramped or grouted together with the sheets and
 - which consists of wood or a wood composite or of metal or of concrete slabs or of ceramic tiles or of plastic elements, and
 - the rim side recess is formed of at least two abutting panels (1) complementing an elongate connecting plate (6) which each time fills up half of the recess of each panel (1) and serves as a connecting element at the same time.
2. Composite cellulose element in accordance with claim 1, **characterised in that** the reinforcing elements (5) are formed as a U-shaped frame.
3. Composite cellulose element in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** the sheets (2)
- are profile-free and basically form a plane or slightly curved surface whose radius of curvature constitutes a multiple of the thickness of the panel (1) and / or
 - are aligned approximately parallel to the outer surface (11) of the panels (1) and / or
 - are aligned approximately vertically to the outer surface (12) and / or
 - have a wavelike or meander-shaped profiling in which
 - at least the majority of wave crests and troughs or the fold lines within a panel (1)
 - run parallel to one another or
 - are deviated alternately against one

- another from layer to layer, for instance, by approximately 90 degrees against one another, and
- are provided at least on one side with a heat-reflective coating and / or are
 - flame-retardant or
 - non-combustible and / or
 - moisture-repellent or
 - water-resistant and / or
 - antifungal (fungicidal) and / or
 - termite-repellent and / or
 - biodegradable and / or
 - electric / conductive.
4. Composite cellulose element in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** at least in one panel (1) one layer
- consists of a net-like or textile material, in which
 - the filaments of the net or the textile can be connected to the panel connector (4) and these connections can withstand tensile loads and
 - the filaments can be of metal and / or at least one layer
 - is a vapour-blocking foil and / or consists
 - of metal and / or - of plaster and / or
 - of fibre-reinforced plaster and / or
 - of concrete and / or
 - of fibre-reinforced concrete and / or
 - of porous concrete and / or - of plastics and / or - of clay and / or
 - of wood and / or
 - of a wood composite and / or
 - of a plaster base with plaster.
5. Composite cellulose element in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** at least in one panel (1) the cavities (3) of least one profiled layer are for the most part
- filled with sand or
 - filled up with an insulating material or
 - at least partly evacuated or
 - at least partly filled with a gas or
 - at least partly filled with dried air.
6. Composite cellulose element in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** it contains
- empty conduits or cavities for installation ca-
- bles throughout or
- openings for doors, windows or hatches or other fittings or
 - at least one complete door or window or hatch or flap or switch box or heating element or cooling element or lighting gear or electric switch or sanitary element or wall cupboard.
7. Composite cellulose element in accordance with claim 1, **characterised in that** the rim side recess is
- formed by the omission of profiling of some sheets (2) in the rim area and the uninterrupted continuance of all sheets (2) into the rim area and / or
 - formed as a circumferential groove and / or
 - formed in complement to the rim area of another, similar or equal panel (1) with a fold jutting out over the front edge.
8. Composite cellulose element in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** at least one panel 1 is provided with a rim side recess at half of its edges and provided at the other half of its edges with a fold or tongue jutting out over the front edge in complement to the recess.
9. Composite cellulose element in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** the composite cellulose element is provided at least at one outer face with
- troughed sheets or
 - other metal sheets or
 - shingles or
 - roof elements or
 - concrete slabs or
 - ceramic tiles or - wall tiles or
 - plastic plates or
 - plastic elements or
 - plasterboards or
 - wood plates or
 - floor coverings or - solar elements or
 - relief embossings or
 - wallpapers or
 - decorative foils or- colour coats or
 - plaster bases with plaster and / or
 - at least one panel 1 is surrounded on all sides by an airproof and waterproof foil.
10. Composite cellulose element in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** the composite cellulose element features inside at least one very large cavity (3).
11. Use of composite cellulose elements in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** out of several panels (1) connected to one an-

other,

- a wall and / or
- a facing formwork for a wall and / or
- a roof and / or
- a ceiling and / or
- a floor and / or
- a flight of stairs

5

is formed.

10

12. Wall, containing composite cellulose elements in accordance with one of claims 1 to 10, **characterised in that** the connecting plates (6) are flush with the outer surfaces (11) of the panels (1) into whose panel connector (4) they are inlaid. 15
13. Wall, containing composite cellulose elements in accordance with one of claims 1 to 10 and claim 12, **characterised in that** the wooden bolts consist of at least three layers, of which a first layer is wavelike, and a second, even wooden layer is connected to the wave crests, and a third, even wooden layer is connected to the back side of the wave crests, so that numerous cavities form between the wooden layers. 20 25
14. Roof, containing composite cellulose elements in accordance with one of claims 1 to 10, **characterised in that** numerous panels (1) are mounted between or on the rafters. 30
15. Ceiling, containing composite cellulose elements in accordance with one of claims 1 to 10, **characterised in that** numerous panels (1) are mounted between or onto the ceiling joists (7). 35
16. Flight of stairs, containing composite cellulose elements in accordance with one of claims 1 to 10, **characterised in that** several panels (1), connected to one another in pairs into an L-shaped structural element, are mounted between or onto the girders of the stairs, serving as treads. 40

45

Revendications

1. Élément composite en matériau cellulaire pour la construction sèche de murs, plafonds et planchers de bâtiments, qui consiste en panneaux (1) épais d'un matériau cellulaire incluant des cavités (3); dont 50
- chaque panneau (1) consiste en plusieurs couches de lames (2) ou de plaques minces lutées entre elles, dont plusieurs présentent le profilé d'une onde ou d'un méandre et forment de nombreuses cavités (3) à l'intérieur de ce profilé et
 - plusieurs panneaux (1) peuvent être reliés l'un

55

à l'autre,

caractérisé en ce que

- de nombreux panneaux (1) sont emboîtés entre des poteaux verticaux et /ou boulons horizontaux en bois, métal ou béton et
- les arêtes frontales des panneaux (1) sont formées au moins en partie en connecteur de panneaux (4)
- qui peut être relié à des panneaux (1) similaires et
- qui est inséré comme une enfonçure de bord
- qui est renforcée par un élément de renforcement (5)
- qui est luté, vissé, riveté, cramponné ou pressé ensemble avec les lames et
- qui consiste en bois ou en matériau de bois composite ou en métal ou en dalles béton ou en carreaux céramiques ou en éléments plastiques et
- l'enfonçure de bord est formée par un minimum de deux panneaux (1) contigus complémentaiement à une bande de connexion (6) oblongue qui comble chaque fois l'enfonçure d'un panneau (1) à moitié et sert en même temps comme élément de connexion.

2. Élément composite en matériau cellulaire d'après la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments de renforcement (5) sont façonnés de la manière d'un cadre en forme de U.
3. Élément composite en matériau cellulaire d'après l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les lames (2)

- sont sans profile et forment essentiellement une face ou une surface légèrement courbée dont le rayon de courbure est un multiple de l'épaisseur du panneau (1) et / ou
- sont alignées à peu près parallèlement à la face extérieure (11) des panneaux (1) et / ou
- sont alignées à peu près verticalement à la face extérieure (12) et / ou
- sont profilées en ondes ou méandres dont

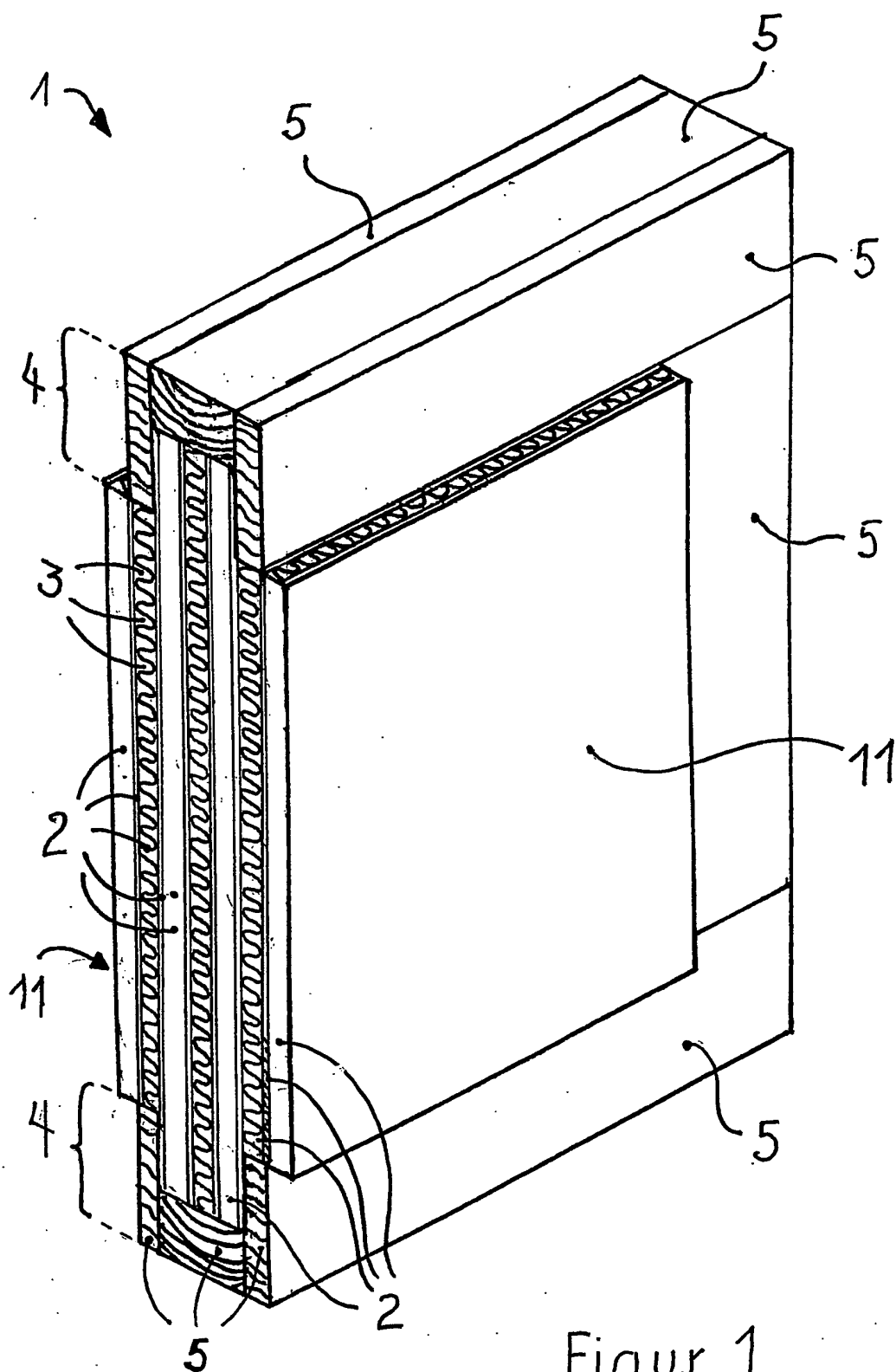
- au moins la plupart des crêtes et des creux des ondes ou les lignes de plissement à l'intérieur d'un panneau (1)

- passent parallèlement l'un à l'autre ou
- sont basculés tour à tour d'une couche l'une dans l'autre, par exemple par environ 90 degrés l'une dans l'autre, et

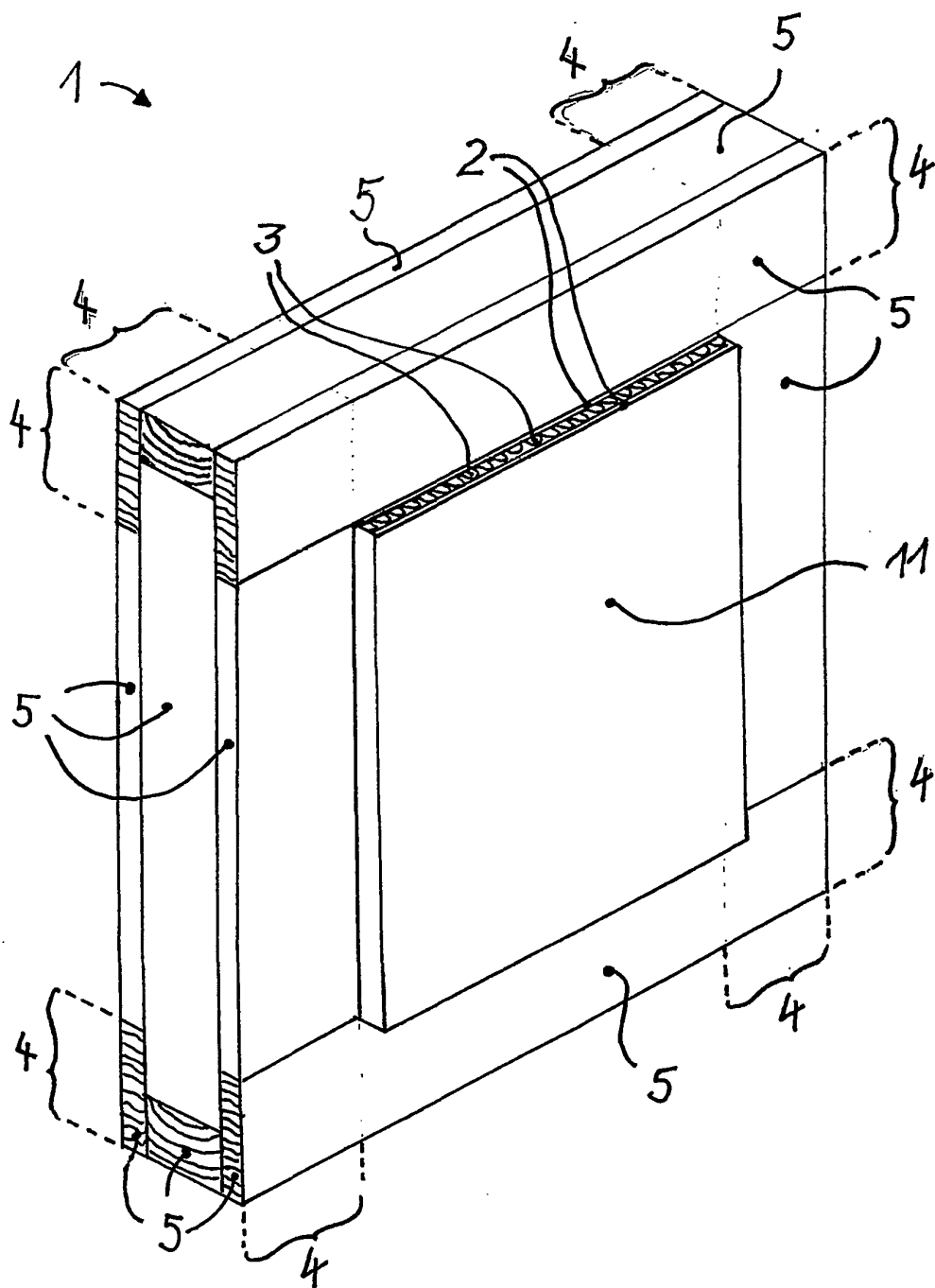
- sont pourvus d'un côté au moins d'un revêtement réfléchissant la chaleur et / ou sont

- ignifuges ou
 - incombustibles et / ou
 - étanches à l'eau ou
 - résistants à l'eau et / ou
 - antimycosiques (fongicides) et / ou
 - anti-termite et / ou
 - biodégradables et / ou
 - électriques / conductibles.
4. Elément composite en matériau cellulaire d'après l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans l'un des panneaux (1) au moins l'une des couches
- consiste en un matériau réticulaire ou textile dont
 - les filaments du filet ou du textile peuvent être reliés au connecteur de panneaux (4) et ces connexions sont résistantes aux tractions et
 - les filaments peuvent être métalliques et / ou au moins l'une des couches
 - est une feuille pare-vapeur et / ou consiste
 - en métal et / ou - en plâtre et / ou
 - et / ou en plâtre renforcé de fibres et / ou
 - en béton et / ou
 - en béton renforcé de fibres et / ou
 - en béton cellulaire et / ou - en matière plastique et / ou - en argile et ou
 - en bois et / ou
 - en matériau de bois composite et / ou
 - en une base à plâtrage avec enduit.
5. Elément composite en matériau cellulaire d'après l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans l'un des panneaux (1) au moins, les cavités (3) d'au moins une couche profilée sont pour la plus grande part
- remplies de sable ou
 - comblées d'un matériel isolant ou
 - vidées au moins en partie ou
 - remplies au moins en partie d'un gaz ou
 - remplies au moins en partie d'air séché.
6. Elément composite en matériau cellulaire d'après l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** contient
- des tubes vides ou cavités continus pour câbles d'installation ou
 - des ouvertures pour portes, fenêtres ou ajours ou d'autres encastrement ou
- la totalité d'au moins une porte ou fenêtre ou ajour ou volet ou coffret de commande ou élément de chauffage ou élément réfrigérant ou luminaire ou interrupteur électrique ou élément sanitaire ou armoire murale.
7. Elément composite en matériau cellulaire d'après la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'enfonçure de bord est
- formée par la suppression du profilage de quelques lames (2) dans la zone de bord et par la continuation sans interruption de toutes les lames (2) au-dedans de la zone de bord et / ou
 - formée en une rainure périphérique et / ou
 - formée complémentirement à la zone de bord d'un autre panneau (1), similaire ou égal, avec un pli dépassant l'arête frontale.
8. Elément composite en matériau cellulaire d'après l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moins l'un des panneaux (1) est pourvu par la moitié de ses arêtes d'une enfonçure de bord et pourvu par l'autre moitié de ses arêtes d'un pli ou languette complémentaire à l'enfonçure et dépassant l'arête frontale.
9. Elément composite en matériau cellulaire d'après l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément composite en matériau cellulaire est pourvu au moins à l'une de ses faces externes de
- bacs acier ou
 - autres plaques de métal ou
 - bardeaux ou
 - éléments de toiture ou
 - dalles béton ou
 - carreaux céramiques ou - carreaux à parois ou
 - carreaux plastiques ou
 - éléments en matière plastique ou
 - plaques de plâtre ou
 - plaques en bois ou
 - revêtements de sol ou - éléments solaires ou
 - gaufrages en relief ou
 - papiers peints ou
 - feuilles décoratives ou - couches de peinture ou
 - bases à plâtrage avec enduit et / ou
 - au moins l'un des panneaux (1) est entouré de tous les côtés par une feuille hermétique et étanche à l'eau.
10. Elément composite en matériau cellulaire d'après l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément composite en matériau cellulaire présente au moins une très grande cavité (3) à l'intérieur.

11. Utilisation d'éléments composites en matériau cellulaire d'après l'une des revendications précédentes, **caractérisés en ce que** plusieurs panneaux (10) reliés l'un à l'autre forment
- 5
- une paroi et / ou
 - un coffrage de revêtement pour une paroi et / ou
 - une toiture et / ou
 - un plafond et / ou
 - un plancher et / ou
 - un escalier.
- 10
12. Paroi contenant des éléments composites en matériau cellulaire d'après l'une des revendications 1 à 10, **caractérisés en ce que** les bandes de connexion (6) forment une surface plane avec les faces extérieures (11) des panneaux (1) dans le connecteur de panneaux (4) desquels elles sont insérées.
- 15
- 20
13. Paroi contenant des éléments composites en matériau cellulaire d'après l'une des revendications 1 à 10 resp. 12, **caractérisés en ce que** les boulons en bois consistent au moins en trois couches dont une première couche est ondulatoire, et une seconde couche de bois plane est reliée aux crêtes des ondes, et une troisième couche de bois plane est reliée à la face arrière des creux d'ondes, en sorte que de nombreuses cavités sont formées entre les couches de bois.
- 25
- 30
14. Toiture contenant des éléments composites en matériau cellulaire d'après l'une des revendications 1 à 10, **caractérisés en ce que** de nombreux panneaux (1) sont montés entre ou sur les chevrons.
- 35
15. Plafond contenant des éléments composites en matériau cellulaire d'après l'une des revendications 1 à 10, **caractérisés en ce que** de nombreux panneaux (1) sont montés entre ou sur les solives (7).
- 40
16. Escalier contenant des éléments composites en matériau cellulaire d'après l'une des revendications 1 à 10, **caractérisés en ce que** plusieurs panneaux (1), reliés l'un à l'autre par paires dans un élément de construction en forme de L, sont montés entre ou sur les sommiers de l'escalier, servant de marches d'escalier.
- 45
- 50
- 55



Figur 1



Figur 2

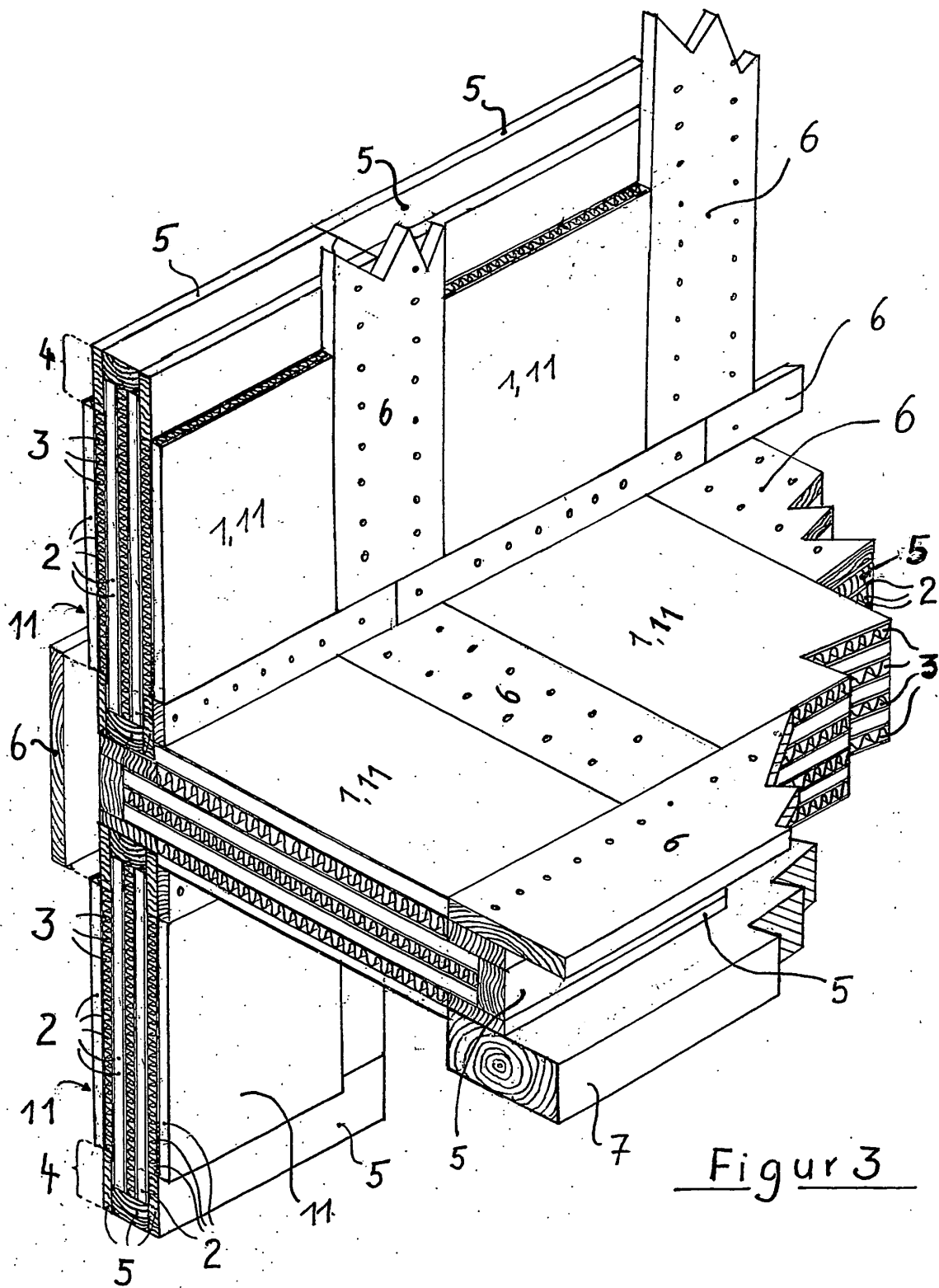


Figure 3

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

- US 4346541 A [0006]
- US 6557308 B [0007]
- NL 1013438 [0009]
- EP 1522647 A [0011]
- DE 1907683 [0012]