



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.10.2005 Patentblatt 2005/41

(51) Int Cl.7: E04C 2/16

(21) Anmeldenummer: 05007510.0

(22) Anmeldetag: 06.04.2005

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

• Pasch, Helmut, Prof. Dr.
47929 Grefrath (DE)

(72) Erfinder:
• Fennen, Wolfgang, Dipl.-Ing.
26817 Rhaderfehn (DE)
• Mahler, Manfred, Dr.-Ing.
42899 Remscheid (DE)
• Pasch, Helmut, Prof. Dr.
47929 Grefrath (DE)

(30) Priorität: 06.04.2004 DE 102004017325

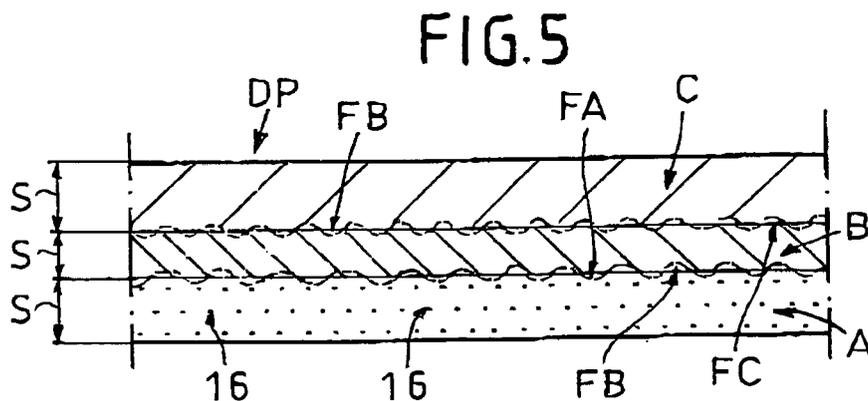
(71) Anmelder:
• Fennen, Wolfgang, Dipl.-Ing.
26817 Rhaderfehn (DE)
• Mahler, Manfred, Dr.-Ing.
42899 Remscheid (DE)

(74) Vertreter: Ostriga, Sonnet, Wirths & Roche
Stresemannstrasse 6-8
42275 Wuppertal (DE)

(54) **Bauelement, insbesondere plattenartiges Bauelement, und Verfahren zur Herstellung eines Bauelements, insbesondere eines plattenartigen Bauelements**

(57) Ein Bauelement (DP) besteht aus mindestens zwei Schichten (A, B, C). Jede Schicht (A, B, C) besteht im wesentlichen über die gesamte Schichtdicke (S) hinweg aus einer Mischung von Zelleuloseelementen oder zellulosehaltigen Elementen aller Fraktionen derselben Sieblinie. Zement ist gleichmäßig über die Schichtdicke

verteilt. Die einander zugekehrten benachbarten Schichten (A, B, C) sind mit ihren Grenzflächen (FA, FB, FB, FC) fest miteinander verbunden. Einander benachbarte Schichten (A, B, C) weisen in Abhängigkeit vom Zementanteil oder in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad unterschiedliche Rohdichten auf.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst ein Bauelement entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 Ein solches Bauelement ist in der DE 25 48 210 B2 beschrieben.

5 **[0002]** Zur Herstellung des bekannten Bauelements bedient man sich eines Faser- bzw. Spangemisches. Dieses wird nach dem Zerspanen in mindestens zwei Fraktionen, nämlich in Feingut mit einer Spangröße von 2-8 mm und Normalgut mit einer Spangröße von 8-20 mm - davon mindestens 80% größer als 12 mm - aufgeteilt und jede der Fraktionen für sich mit Bindemittelzement gemischt. Dabei wird der Feingutfraktion wesentlich mehr Zement zugesetzt als der Normalgutfraktion. Die beiden mit dem Bindemittelzement versetzten Fraktionen werden durch Windsichten auf eine Unterlage aufgestreut, wobei beim Streuen mindestens drei allmählich ineinander übergehende, in Bezug auf 10 Faser- bzw. Späne- Zement-Verhältnis unterschiedliche Schichten erzeugt werden. Entsprechend einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der DE 25 48 210 B2 besteht die Hauptfraktion (64%) hauptsächlich aus einem Spangemisch von 5-12 mm Länge, das eine Armierung des plattenartigen Bauelements und, damit verbunden, auch die entsprechenden Festigkeiten gewährleisten soll. Der Feinanteil (0-5 mm) von etwa 14% des Gesamtgewichtes der Späne 15 wird in den Außenschichten angeordnet. Dabei ist der Aufbau des bekannten plattenartigen Bauelements so getroffen, dass ein allmählicher Übergang von den außenliegenden gleichmäßigen Feinschichten zu der innenliegenden Grobschicht erfolgt.

[0003] Aufbau und Herstellung des plattenartigen Bauelements entsprechend der DE 25 48 210 B2 werden als sehr kompliziert und kostenaufwendig empfunden.

20 **[0004]** Von der DE 34 06 895 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung zementgebundener Holzfaser-Formkörper bekannt, bei welchem man eine Mischung mit einem Gehalt an Portlandzement, Wasser und Holzspänen oder Holzwolle, sowie gegebenenfalls mit üblichen Zusatzstoffen verformt und unter Druck und gegebenenfalls mit Erwärmung bis zur Formbeständigkeit aushärtet. Von dieser bekannten Druckschrift ist es auch bekannt, amorphes Siliziumdioxid zur Mineralisierung der Holzbestandteile (Buchenspäne) zu verwenden.

25 **[0005]** Von der DE 198 26 109 C1 ist eine Verbundplatte bekannt, welche aus mindestens zwei Schichten besteht, wobei eine Schicht aus Beton und eine weitere aus einem Dämmstoff besteht, welcher aus einer Mischung von mit Wasser angerührtem Papierbrei und Zement gebildet ist. Somit weist die bekannte Verbundplatte eine völlig aus Beton bestehende Außenwand auf, welche ein tragendes Element darstellt. Innen ist die Platte mit der aus Papierbrei und Zement hergestellten Dämmplatte versehen. Die Verbundplatte gemäß der DE 198 26 190 C1 wird als nachteilig 30 empfunden, weil der die Tragfunktion der Verbundplatte sichernde Betonbereich praktisch keinen Beitrag zur Wärmedämmung der Verbundplatte leistet.

[0006] Schließlich sind ganz allgemein plattenartige Bauelemente aus monostrukturiertem Porenbeton bekannt. Eine solche Porenbetonplatte erfüllt sowohl eine Wärmedämmfunktion als auch eine Tragfunktion. Allerdings werden sowohl die Wärmedämmfunktion einerseits als auch die Tragfunktion andererseits jeweils nicht als optimal empfunden.

35 **[0007]** Ausgehend von dem eingangs beschriebenen Bauelement entsprechend der DE 25 48 210 B2, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein universell anwendbares Bauelement zu schaffen, welches relativ einfach herzustellen ist und welches als integriertes Bauelement unterschiedliche Funktionen, insbesondere die Tragfunktion einerseits und die Wärmedämmfunktion andererseits, optimal erfüllt.

40 **[0008]** Entsprechend der Erfindung wird diese Aufgabe gemeinsam mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 mit dessen kennzeichnenden Merkmalen dadurch gelöst, dass jede Schicht im wesentlichen über die gesamte Schichtdicke hinweg aus einer Mischung von Zelluloseelementen oder zellulosehaltigen Elementen aller Fraktionen derselben Sieblinie besteht, dass der Zement gleichmäßig über die Schichtdicke verteilt ist, dass die einander zugekehrten benachbarten Schichten mit ihren Grenzflächen fest miteinander verbunden sind und dass einander benachbarte Schichten in Abhängigkeit vom Zementanteil und/oder in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad unterschiedliche Rohdichten aufweisen.

45 **[0009]** Im Unterschied zum Bauelement gemäß der DE 25 48 210 B2 besteht ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Bauelements zunächst darin, dass die Korngrößenverteilung der Zelluloseelemente bzw. der zellulosehaltigen Elemente über die Dicke einer Schicht hinweg nicht etwa in komplizierter Weise individuell entlang eines Gradienten verläuft, sondern dass jede Schicht im wesentlichen über die gesamte Schichtdicke hinweg aus Zelluloseelementen oder zellulosehaltigen Elementen aller Fraktionen derselben Sieblinie besteht. Dieses Erfindungsmerkmal ist wesentlich für eine einfache Fertigungshandhabung und für ein Höchstmaß an Fertigungsidentität als Voraussetzung für einheitliche Materialkennwerte.

50 **[0010]** Im Unterschied zum Bauelement gemäß der DE 25 48 218 B2 ist der Zement nicht inhomogen, sondern vielmehr homogen über die gesamte Schichtdicke verteilt. Auch dieses Erfindungsmerkmal dient der einfachen Fertigungshandhabung, einem Höchstmaß an Fertigungsidentität und als Voraussetzung für einheitliche Materialkennwerte. 55

[0011] Ein weiteres Erfindungsmerkmal besteht darin, dass die einander zugekehrten benachbarten Schichten mit ihren Grenzflächen fest miteinander verbunden sind. Hierbei wird eine spaltfreie homogene Verbindung bevorzugt,

welche beispielsweise durch Verklebung der einander zugewandten Grenzflächen benachbarter Schichten erfolgen kann. Durch diese feste Verbindung einander zugekehrter benachbarter Schichten mittels ihrer Grenzflächen entsteht ein integriertes Bauelement.

[0012] Besonders wichtig ist es dabei, dass einander benachbarte Schichten in Abhängigkeit vom Zementanteil und/oder in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad unterschiedliche Rohdichten aufweisen.

[0013] Innerhalb der Anwendungsbreite jenes erfindungsgemäßen Merkmals besteht eine besonders vorteilhafte Kombination darin, dass beide einander benachbarten Schichten aus derselben Mischung von Zelluloseelementen und/oder zellulosehaltigen Elementen aller Fraktionen derselben Siebkennlinie bestehen, wobei die eine Schicht in dessen einen relativ geringen Zementanteil und die andere Schicht einen relativ großen Zementanteil beinhaltet.

[0014] Ein solches Verbundbauelement besitzt, einerseits bedingt durch die Schicht mit dem relativ geringen Zementanteil, einhergehend mit einer geringeren Rohdichte, einen sehr guten Wärmedämmwert und verfügt andererseits wegen der Schicht mit dem verhältnismäßig großen Zementanteil, einhergehend mit einer größeren Rohdichte, über eine sehr gute Tragfunktion.

[0015] Ein ebenso vorteilhaftes, gute Wärmedämmfunktion und gute Tragfunktion in sich vereinendes erfindungsgemäßes Bauelement wird dann erzielt, wenn man für beide Schichten eine Mischung mit derselben Rezeptur und mit Zelluloseelementen oder zellulosehaltigen Elementen derselben Sieblinie verwendet und eine der beiden Schichten nicht oder nur gering verdichtet. Auf diese Weise besitzt die letztgenannte Schicht mit der geringeren Rohdichte sehr gute Wärmedämmeigenschaften, während die benachbarte andere Schicht verdichtet wird, um eine größere Rohdichte, verbunden mit einer guten Tragfunktion, zu erzielen.

[0016] Wie bereits erwähnt, sollen beide benachbarten Schichten des erfindungsgemäßen Bauelements mit ihren Grenzflächen fest miteinander verbunden sein. In besonderer Ausgestaltung der Erfindung geschieht dies in der Weise, dass sich die benachbarten Schichten im Bereich ihrer einander zugekehrten Grenzflächen durchdringen, wobei der Durchdringungsbereich eine stoffschlüssigen und formschlüssigen Verbund bildende Mischzone darstellt.

[0017] In der Praxis geschieht dies so, dass die erste Schicht mit dem beispielsweise größeren Zementanteil zunächst in eine Form gegossen und eine gewisse Abbindezeit, ohne dass eine gänzliche Erhärtung erfolgt, abgewartet wird und sodann die den geringeren Zementanteil aufweisende zweite noch recht fließfähige Schicht aufgebracht wird. Auf diese Weise ergibt sich an den Grenzflächen der beiden Schichten durch ein Ineinandergreifen der Zelluloseelemente bzw. der zellulosehaltigen Elemente sowohl ein formschlüssiger Verbund als auch durch das Einfließen der zweiten Schicht in die Hohlräume der ersten Schicht ein stoffschlüssiger Verbund.

[0018] Wie bereits erwähnt, besteht ein wesentliches Erfindungsmerkmal darin, dass die Schicht mit der jeweils geringeren Rohdichte die Wärmedämmfunktion und die Schicht mit der jeweils größeren Rohdichte die Tragfunktion des Bauelements erfüllt.

[0019] Darüber hinaus ist die Rohdichte durch Variation der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente zusätzlich zu bestimmen bzw. zu variieren. Dies geschieht erfindungsgemäß dadurch, dass die Rohdichte zusätzlich durch die Dichte der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente bestimmbar ist. So weisen Harthölzer, insbesondere harte Tropenhölzer, eine größere Dichte auf als Weichhölzer.

[0020] Erfindungsgemäß kann die Rohdichte zur Veränderung besonderer bauphysikalischer Eigenschaften, z.B. zur Veränderung von Schallübertragungseigenschaften, zusätzlich dadurch variiert werden, dass man der Mischung unabhängig vom Zementanteil mineralische Beimengungen, wie z.B. eine spezifisch besonders schwere Beimengung in Form von Bariumsulfat, zugibt.

[0021] Wie bereits erwähnt, sieht die Erfindung vor, die Rohdichte einer Schicht in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad zu variieren. Dies kann entsprechend weiteren Erfindungsmerkmalen dadurch geschehen, dass der Verdichtungsgrad durch mechanische Einwirkung, insbesondere durch Vibration bestimmbar ist.

[0022] Weiterhin gestattet es die Erfindung, den Verdichtungsgrad durch Zugabe von Porenbildnern zu bestimmen. Porenbildner können aus einem Reaktionsgemisch aus Kalk, Wasser und Metallpulver bestehen. Als Metallpulver wird Aluminiumpulver oder Zinkpulver bevorzugt. Bei Anwendung solcher Porenbildner entsteht Wasserstoff, mit der Wirkung, dass die Schicht vor ihrer Verfestigung ähnlich wie ein Backteig, Poren bildend, "aufgeht".

[0023] Um einen guten Verbund der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente innerhalb der Schicht zu gewährleisten, sieht die Erfindung vor, dass die Zelluloseelemente oder die zellulosehaltigen Elemente eine mineralisierte Oberfläche aufweisen.

[0024] Erfindungsgemäß kann eine solche Mineralisierung dadurch geschehen, dass die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels Wasserglas mineralisiert ist. Eine andere Erfindungsvariante besteht darin, dass die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels amorphem Siliziumdioxid mineralisiert ist.

[0025] Auch sieht die Erfindung in diesem Zusammenhang vor, dass die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels Kalkmilch oder Zementmilch mineralisiert ist. So können beispielsweise mit einer dünnen Zementbeschichtung versehene Hobelspäne gemäß der DE 195 31 481 C1 als mineralisierte Zelluloseelemente zur Herstellung erfindungsgemäßer Bauelemente vorteilhaft verwendet werden.

[0026] Entsprechend einer anderen Ausführungsform sieht die Erfindung vor, dass mindestens eine Schicht, insbesondere die die Tragfunktion des Bauelements erfüllende Schicht, mit Armierungselementen, wie z.B. mit langgestreckten und/oder gitter- bzw. netzartigen Armierungselementen aus Metall, Kunststoff, Glasfaser oder Kohlenstoff versehen ist.

5 **[0027]** Auch sieht die Erfindung vor, dass im Rahmen einer weitestgehenden Vorfertigung von Bauelementen mindestens eine Schicht Leitungselemente zur Fortleitung von Fluiden und/oder von elektrischem Strom enthält.

[0028] Äußere elektrische Einflüsse (sog. "Elektrosmog") lässt sich entsprechend der Erfindung dadurch abschirmen, dass mindestens eine Schicht Graphitelemente, insbesondere Graphitpulver, enthält.

10 **[0029]** Schließlich sieht die Erfindung vor, mindestens einer Schicht Wärmeausgleichselemente hinzuzufügen, welche in der Lage sind, auf Grund des Phasenwechsels, z.B. während der Sonneneinstrahlung, Wärme aufzunehmen und bei Wegfall der Sonneneinstrahlung Wärme abzugeben. Derartige Elemente, die hauptsächlich aus Paraffin bestehen, sind unter der Bezeichnung "PCM" (Phase Change Material) bekanntgeworden und werden beispielsweise von der RUBITHERM GmbH, Worthdamm 13-27, 20457 Hamburg, vertrieben.

15 **[0030]** In der voraufgegangenen Beschreibung ist immer von zwei einander benachbarten Schichten die Rede. Selbstverständlich kann ein erfindungsgemäßes Bauelement mehr als zwei Schichten enthalten, von denen indessen immer zwei einander benachbart sind.

[0031] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren, wie es entsprechend den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 18 durch die DE 25 48 210 B2 bekanntgeworden ist.

20 **[0032]** Wie bereits erwähnt, erfordert das bekannte Verfahren eine sehr umständliche Herstellungsweise. Entsprechend den Merkmalen des Kennzeichenteils des Anspruchs 18 wird diese Herstellungsweise dadurch erheblich vereinfacht, dass zur Herstellung einer ersten Schicht die Zelluloseelemente und/oder die zellulosehaltigen Elemente mit allen Fraktionen einer bestimmten ersten Sieblinie klassiert werden, dass die Zelluloseelemente oder die zellulosehaltigen Elemente mit Zement und Wasser zu einer Mischung vermischt werden, dass die Mischung in die Form eingefüllt wird, dass die Mischung zur Erhöhung des Verdichtungsgrades gerüttelt oder einer Vibration unterworfen wird, worauf die zweite Schicht als Mischung hergestellt wird, welche der Sieblinie der ersten Schicht oder einer anderen Sieblinie entsprechende Zelluloseelemente oder zellulosehaltige Elemente sowie Zement und Wasser enthält, und dass die zweite Schicht auf die erste Schicht aufgebracht wird.

25 **[0033]** Weitere Erfindungsmerkmale sind zusätzlichen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0034] In den Zeichnungen sind bevorzugte Ausführungsbeispiele entsprechend der Erfindung dargestellt, es zeigt

30 Fig. 1 eine schematische Längsschnittansicht eines Rütteltisches mit aufgesetzter Form zur Herstellung einer Verbundplatte,

Fig. 2 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Außenwand,

35 Fig. 3 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Bodenplatte,

Fig. 4 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Decke,

40 Fig. 5 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Dachplatte,

Fig. 6 eine grafische Darstellung der Wärmeleitfähigkeit λ im Verhältnis zur Rohdichte verschiedener Materialien und

45 Fig. 7 die Druckfestigkeit σ_D im Verhältnis zur Rohdichte im Vergleich verschiedene Materialien.

[0035] In den Zeichnungen sind einander analoge Elemente bzw. einander analoge Bereiche stets mit denselben Bezugszeichen versehen.

50 **[0036]** Auf einen Rütteltisch 10 ist ein Formkasten 11 aufgesetzt, welcher Formseitenwände 12 sowie einen Formboden 13 aufweist.

[0037] Der Rütteltisch 10 ist in an sich bekannter Weise mit einem Vibrator oder einem sonstigen Unwuchterreger verbunden, was in Fig. 1 durch die mit R bezeichneten beiden Pfeile symbolisiert ist.

55 **[0038]** In den oben offenen Formkasten 11 werden nacheinander zwei Schichten A und B eingefüllt, deren Schichtdicke jeweils mit S bezeichnet ist. Beide Schichten A und B, die jeweils eine Schicht aus Holzleichtbeton, im folgenden "HLB" genannt, darstellen, weisen im vorliegenden Fall jeweils eine Mischung mit derselben Rezeptur auf. Die Mischung besteht jeweils aus ca. 12 Gewichtsprozent Hobelspänen, aus ca. 45 Gewichtsprozent Zement und aus ca. 43 Gewichtsprozent Wasser.

[0039] In den Formkasten 11 wird zunächst eine erste Mischung zur Herstellung einer ersten Schicht A eingefüllt

EP 1 584 767 A1

und glatt gezogen. Sodann wird der Rütteltisch 10 aktiviert, so dass die Schicht A verdichtet wird. Nach einer im einzelnen zu bestimmenden Abbindezeit, die durch vorherige Zugabe eines Abbindebeschleunigers, z.B. Wasserglas, zur Mischung verkürzt werden kann, wird die zweite Schicht B nach einer anfänglichen Verfestigung der Schicht A auf letztere aufgefüllt. Die Schicht B wird keiner oder nur einer kurzzeitigen Rüttelbewegung unterzogen, also nicht verdichtet, so dass nach Aushärtung beider Schichten A und B die Schicht A eine größere Rohdichte aufweist als die Schicht B.

[0040] Die der Schicht B zugewandte Grenzfläche der Schicht A ist mit FA und die der Schicht A zugewandte Grenzfläche der Schicht B ist mit FB bezeichnet. Indessen hat sich nach dem Eingießen der fließfähigen Mischung der Schicht B im Bereich der Grenzflächen FA und FAB eine mit einer gestrichelten Wellenlinie angedeutete Mischzone M gebildet, welche die beiden Schichten A und B formschlüssig und stoffschlüssig miteinander verbindet. Insbesondere die Zelloselemente, im vorliegenden Fall Hobelspäne, sorgen für einen formschlüssigen Verbund innerhalb der Mischzone M.

[0041] Die unterschiedlichen Rohdichten der Schichten A und B kommen im vorliegenden Fall nicht durch eine unterschiedliche Rezeptur, sondern nur dadurch zustande, dass die Schicht A durch Rüttelung bzw. durch Vibration mechanisch verdichtet wurde, während die Schicht B keiner mechanischen oder nur einer kurzzeitigen Verdichtung unterlag.

[0042] Andererseits ist es im vorliegenden Falle beispielsweise möglich, die Rohdichte z.B. der Schicht A durch Zugabe eines größeren Zementanteils zu erhöhen.

[0043] Wesentlich für die Schichten A und B ist es auch, dass beide Schichten Zelloselemente (im vorliegenden Fall Hobelspäne) entsprechend derselben Sieblinie mit allen Fraktionen dieser Sieblinie enthalten. Beispielsweise wurde eine Sieblinie (Siebrückstandskurve) nach folgender Aufstellung bestimmt:

I	II	III	IV	V
> 0 mm	0,46	0,46	1,44%	1,44%
> 1 mm	1,14	1,60	3,56%	5,00%
> 2 mm	9,39	10,99	29,36%	34,37%
> 4 mm	19,74	30,73	61,73%	96,09%
> 8 mm	1,25	31,98	3,91%	100,00%

[0044] Hierbei bedeuten die römischen Ziffern folgendes:

- I = Siebgröße;
- II = Siebrückstand;
- III = Siebrückstands-Summe;
- IV = prozentualer Siebrückstand;
- V = Summen der prozentualen Siebrückstände.

[0045] Die vorstehend angegebenen Tabellenwerte stellen ein Mittel aus ca. 600 Siebungen aus Hobelspänen dar, welche anschließend mit einer dünnen Zementschicht gemäß der DE 195 31 481 A1 versehen - d.h. mineralisiert - wurden, so dass die derart mineralisierten Hobelspäne einen innigen Verbund mit dem Umgebungswerkstoff der jeweiligen Schicht A, B eingehen können.

[0046] Nach hinreichender Aushärtung kann das fertige Verbundplattenbauelement P aus dem Formkasten 11 entformt und entnommen werden. Dabei kann ein solcher Formkasten in an sich bekannter Weise mit von dem Formboden 13 abnehmbaren Formwänden 12 versehen sein.

[0047] Der Gebrauch eines Rütteltisches 10 ist für die Anwendung der erfindungsgemäßen Mischung nicht zwingend. So können z.B. Bodenplatten in situ Schicht für Schicht vergossen und die einzelnen Schichten mit mobilen Vibratoren (sog. Rüttelbirnen z.B.) verdichtet werden.

[0048] Das in Fig. 2 als teilweiser Längsschnitt wiedergegebene Außenwandbauelement E weist außen eine Wetterschutzschicht 14, z.B. eine Putzschicht auf, an welche sich innen eine Schicht B (Wärmedämmschicht) und in weiterer Folge eine Schicht A (Tragschicht) sowie eine Schicht C anschließen.

[0049] Auch im Falle dieses Außenwandbauelements E kann, wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1, dieselbe Rezeptur für die Schichten A, B und C vorausgesetzt werden. Auch kann die Herstellung des Außenwandbauelements E grundsätzlich entsprechend der in Fig. 1 gezeigten Art erfolgen. Zweckmäßig würde indessen zunächst die Schicht C gegossen, welche eine Strahlungsheizungsschicht bildet und von einem Wärmetauschermedium durchflossenen Rohre 15 einbettet.

[0050] Dabei kann die Rohdichte der Schicht C der Rohdichte der nachfolgend aufgegossenen Tragschicht A ent-

sprechen. Beide Schichten C und A erhalten demnach denselben Verdichtungsgrad, während die Wärmedämmschicht B keiner oder nur einer geringfügigen Verdichtung unterworfen wird und deshalb im Vergleich zu den Schichten C und A über die geringere Rohdichte und demnach über die größere Wärmedämmfähigkeit verfügt.

[0051] Falls es für den individuellen Anwendungsfall zweckmäßig ist, kann die Wärmedämmschicht B mit bereits weiter oben beschriebenen Wärmeausgleichselementen "PCM" (Phase Change Material) versehen sein.

[0052] Analog zu dem Verbundplattenbauelement gemäß Fig. 1 ist auch bei dem Außenwandbauelement E zwischen den Grenzflächen FA und FB sowie zwischen den Grenzflächen FA und FC jeweils eine mit einer gestrichelten Wellenlinie angedeutete Mischzone M vorhanden, in welcher jeweils zwischen den einzelnen Schichten B, A und C ein besonders inniger Form- und Stoffschlussverbund besteht.

[0053] In Fig. 3 ist ein teilweiser Längsschnitt durch ein Bodenplattenbauelement G dargestellt. Auch das Bodenplattenbauelement G weist drei Schichten A, B und C auf, wobei die Rohdichte von der Schicht A bis zu der Schicht C von Schicht zu Schicht stufenweise abnimmt. Die mit 16 bezeichneten Punkte innerhalb der Schicht A sollen eine Bewehrung symbolisieren, welche als Metall-, Zellstoff- oder Faserarmierung ausgebildet sein kann. Während demnach die Schicht A mit der größten Rohdichte und mit der Bewehrung 16 für die Festigkeit des Bodenplattenbauelements G sorgt, ergeben die Schichten B und C mit der stufenweise geringeren Rohdichte eine gute Wärmedämmung. Auch bei dem Bodenplattenbauelement G gemäß Fig. 4 sind im Bereich der Grenzflächen FA und FB sowie FB und FC Form- und Stoffschluss bewirkende Mischzonen M vorhanden.

[0054] Das gemäß Fig. 4 dargestellte Deckenbauelement D und das gemäß Fig. 5 dargestellte Dachplattenbauelement DP unterscheiden sich von dem Bodenplattenbauelement G gemäß Fig. 4 grundsätzlich nicht. Indessen ist die Dichte der Bewehrung 16 entsprechend den individuellen statischen Voraussetzungen anders gestaltet als die entsprechende Bewehrung 16 des Bauplattenbauelements G (Fig. 4) und des Deckenplattenbauelements DP (Fig. 5). Da die Bauelemente D und DP ansonsten dem Bodenplattenbauelement G weitestgehend entsprechen, sind weitere Erklärungen entbehrlich.

[0055] In den Fig. 6 und 7 sind physikalische Eigenschaften des erfindungsgemäßen Werkstoffs HLB (Holzleichtbeton) im Vergleich zu anderen Materialien dargestellt.

[0056] So ist in Fig. 6 die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien als Ordinate Lambda [W/mK] über der Abszisse Rohdichte [kg/m³] dargestellt.

[0057] Mit dem erfindungsgemäßen Werkstoff HLB werden verglichen der Werkstoff Leichtbeton LB (Beton mit Luft-einschlüssen bildenden Elementen, wie Styropor und Blähton), Leichthochlochziegel LHZ (Gittertonziegel), Porenbeton PB (Beton mit Porenbildnern in Form von Aluminium und/oder Zinkpulver) und Poroton PT (Gitterhohlziegel aus Blähton).

[0058] Aus Fig. 6 geht hervor, dass es mit dem erfindungsgemäßen Werkstoff HLB möglich ist, eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,05 W/mK zu erreichen. Bei einer Rohdichte von ca. 1000 kg/m³ verfügt der erfindungsgemäße Werkstoff HLB immerhin noch über eine relativ geringe Wärmeleitfähigkeit von 0,38 W/mK.

[0059] Aus Fig. 7 geht hervor, dass der erfindungsgemäße Werkstoff bei der erwähnten Rohdichte von 1000 kg/m³, mit der eine relativ geringe Wärmeleitfähigkeit von 0,38 W/mk einhergeht, über eine sehr große Druckfestigkeit von ca. 10,5 N/mm² verfügt.

[0060] Schließlich zeichnet sich der erfindungsgemäße Werkstoff HLB durch eine im Vergleich zu den anderen vorbezeichneten Materialien wesentlich größere Biege- und Zugfestigkeit aus.

Patentansprüche

1. Bauelement, insbesondere plattenartiges Bauelement (P) zur Verwendung als Wandbauelement (E), als Bodenbauelement (G), als Fundamentbauelement, als Dachbauelement (DP), als Deckenbauelement (D), als Trennwandbauelement, als Schallschutz-Wandbauelement od. dgl., welches mindestens zwei Schichten (A, B) aufweist, wobei jede Schicht (A, B) Zelluloseelemente oder zellulosehaltige Elemente, wie Hobelspäne, Hackschnitzel (Schäben), Papierschnitzel od. dgl., enthält und wobei jede Schicht (A, B) Zement als Bindemittel und ggf. Zuschläge enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Schicht (A, B) im wesentlichen über die gesamte Schichtdicke (S) hinweg aus einer Mischung von Zelluloseelementen oder zellulosehaltigen Elementen aller Fraktionen derselben Sieblinie besteht, dass der Zement gleichmäßig über die Schichtdicke (S) verteilt ist, dass die einander zugekehrten benachbarten Schichten (A, B) mit ihren Grenzflächen (FA, FB) fest miteinander verbunden sind und dass einander benachbarte Schichten (A, B) in Abhängigkeit vom Zementanteil oder in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad unterschiedliche Rohdichten aufweisen.
2. Bauelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die benachbarten Schichten (A, B) im Bereich ihrer einander zugekehrten Grenzflächen (FA, FB) durchdringen, wobei der Durchdringungsbereich eine einen stoffschlüssigen und formschlüssigen Verbund bildende Mischzone (M) darstellt.

EP 1 584 767 A1

3. Bauelement nach Anspruch 1 oder nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht (B) mit der jeweils geringeren Rohdichte die Wärmedämmfunktion und die Schicht (A) mit der jeweils größeren Rohdichte die Tragfunktion des Bauelements (P, E, G, D, DP) erfüllt.
- 5 4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohdichte zusätzlich durch die Dichte der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente bestimmbar ist.
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohdichte zusätzlich durch Zugabe von mineralischen Beimengungen, wie z.B. durch Beimengung von Bariumsulfat, bestimmbar ist.
- 10 6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichtungsgrad durch mechanische Einwirkung, insbesondere durch Vibration, bestimmbar ist.
- 15 7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichtungsgrad durch Zugabe von Porenbildnern bestimmbar ist.
8. Bauelement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Porenbildner aus einem Reaktionsgemisch aus Kalk, Wasser und Metallpulver besteht.
- 20 9. Bauelement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallpulver Aluminiumpulver oder Zinkpulver ist.
10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zelluloseelemente oder die zellulosehaltigen Elemente eine mineralisierte Oberfläche aufweisen.
- 25 11. Bauelement nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels Wasserglas mineralisiert ist.
12. Bauelement nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels amorphem Siliziumdioxid mineralisiert ist.
- 30 13. Bauelement nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels Kalkmilch oder Zementmilch mineralisiert ist.
- 35 14. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schicht, insbesondere die die Tragfunktion des Bauelements (P, E, G, D, DP) erfüllende Schicht (A), mit Armierungselementen (16), wie z.B. mit langgestreckten und/oder gitter- bzw. netzartigen Armierungselementen aus Metall, Kunststoff, Glasfaser oder Kohlenstoff, versehen ist.
- 40 15. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schicht (C) Leitungselemente (15) zur Fortleitung von Fluiden und/oder von elektrischem Strom enthält.
- 45 16. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schicht Graphitelemente, insbesondere Graphitpulver, enthält.
17. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schicht (B) PCM- (Phase Change Material) Elemente enthält.
- 50 18. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements (P), insbesondere eines plattenartigen Bauelements zur Verwendung als Wandbauelement (E), als Bodenbauelement (G), als Fundamentbauelement, als Dachbauelement (DP), als Deckenbauelement (D), als Trennwandbauelement, als Schallschutz-Wandbauelement od. dgl., bei welchem Zelluloseelemente oder zellulosehaltige Elemente, wie Hobelspäne, Hackschnitzel (Schäben), Papierschnitzel od. dgl., Zement, ggf. Zuschläge und Wasser in eine horizontal angeordnete Form eingefüllt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung einer ersten Schicht (A) die Zelluloseelemente und/oder zellulosehaltigen Elemente mit allen Fraktionen einer bestimmten ersten Sieblinie klassiert werden, dass die Zelluloseelemente oder die zellulosehaltigen Elemente mit Zement und Wasser zu einer Mischung vermischt werden, dass die Mischung in die Form (11) eingefüllt wird, dass die Mischung zur Erhöhung des Verdichtungsgrades gerüttelt oder einer Vibration unterworfen wird, worauf eine zweite Schicht (B) als Mischung hergestellt wird, welche der Sieblinie der ersten
- 55

EP 1 584 767 A1

Schicht oder einer anderen Sieblinie entsprechende Zelluloseelemente oder zellulosehaltige Elemente sowie Zement und Wasser enthält, und dass die zweite Schicht (B) auf die erste Schicht (A) aufgebracht wird.

- 5
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht (A) aushärtet oder nur teilweise aushärtet, bevor die zweite Schicht (B) auf die erste Schicht (A) aufgebracht wird.
- 10
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mischung der ersten Schicht (A) und/oder der Mischung der zweiten Schicht (B) ein Abbindebeschleuniger, wie z.B. Wasserglas, zugegeben wird.
- 15
21. Bauelement nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mischung mindestens einer Schicht (B) ein Porenbildner hinzugefügt wird.
- 20
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Herstellung der Mischung die Zelluloseelemente oder die zellulosehaltigen Elementen zur Mineralisierung ihrer Oberfläche in einen innigen Kontakt mit Kalkmilch, Zementmilch, amorphem Siliziumdioxid oder Wasserglas versetzt und nach Erhärtung der mineralischen Oberfläche der Mischung zugegeben werden.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

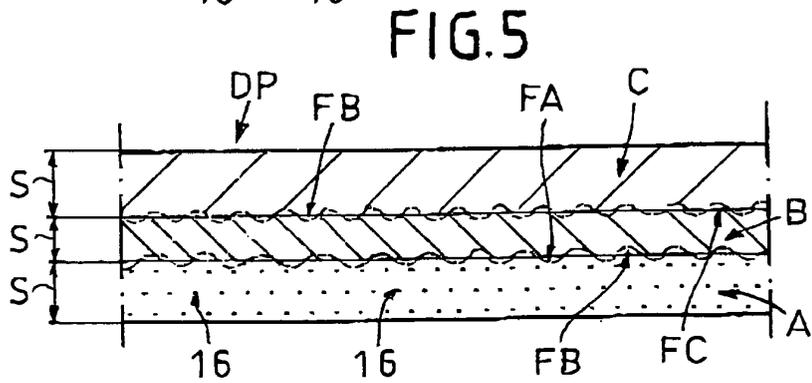
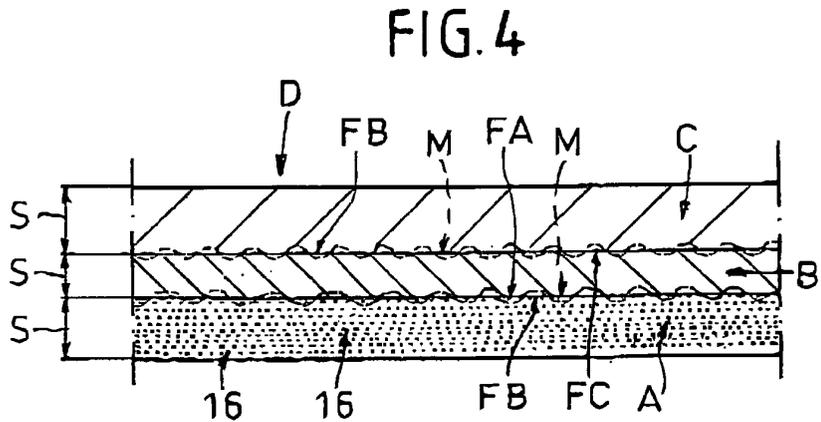
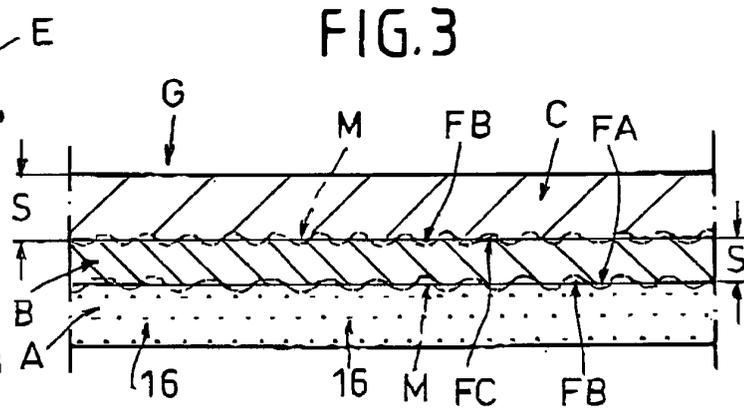
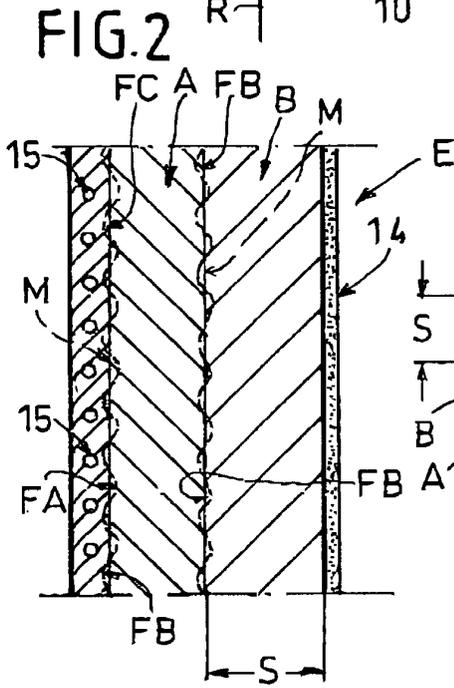
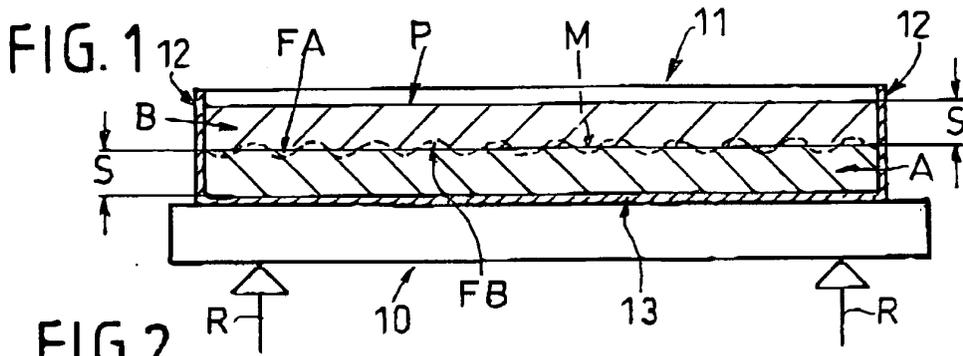


FIG.6

Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien

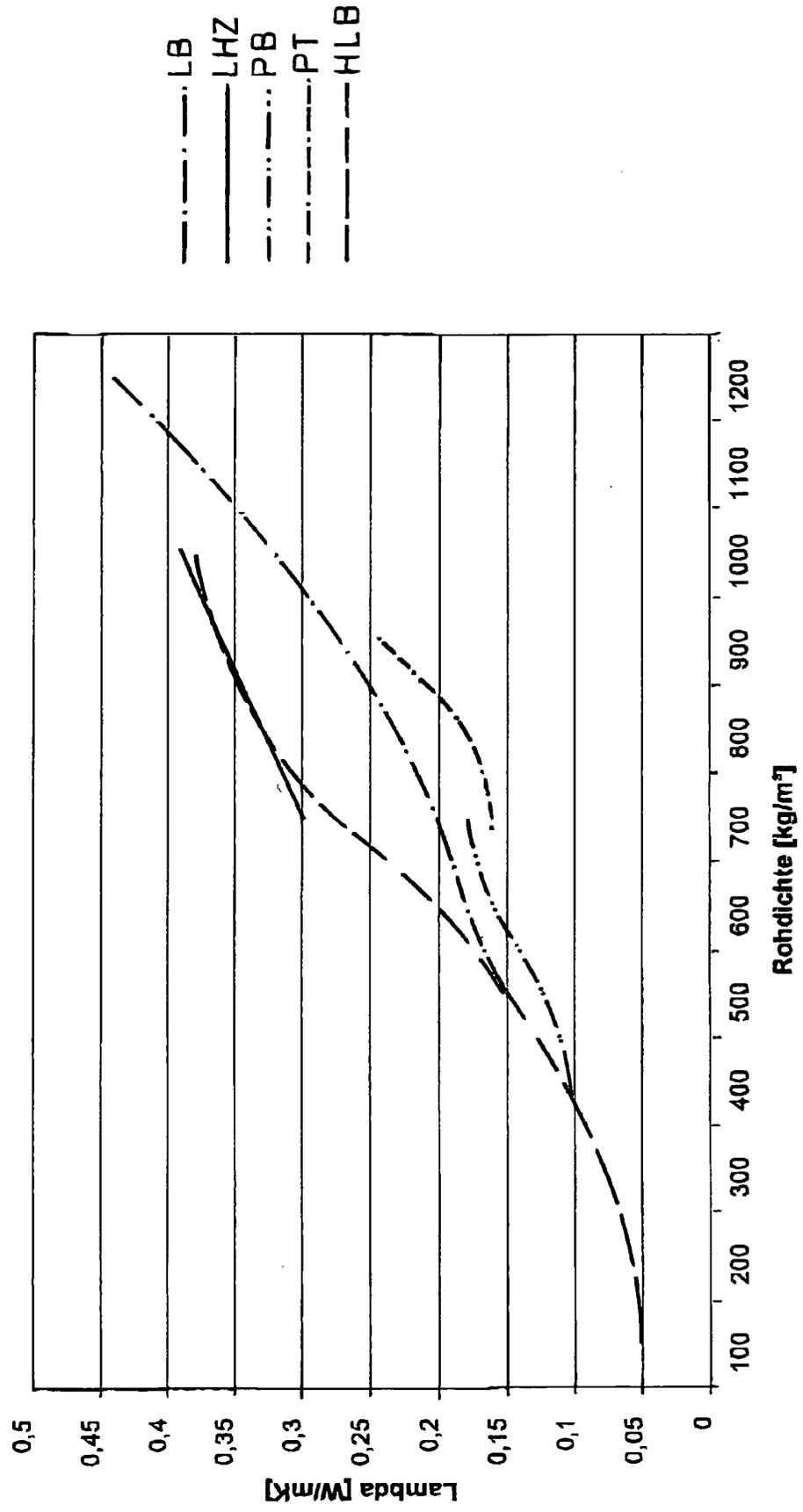
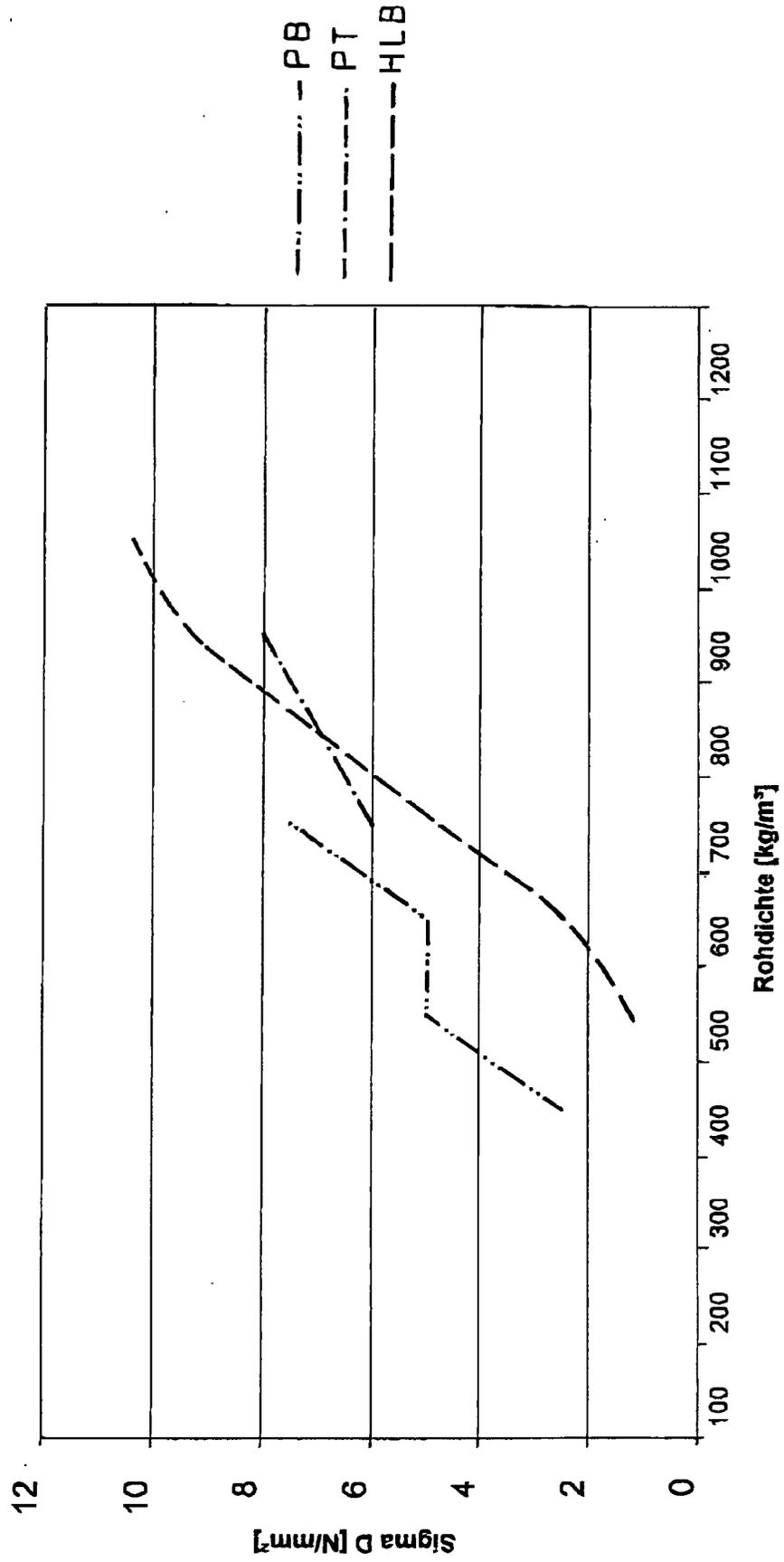


FIG. 7

Druckfestigkeit verschiedener Materialien





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	US 3 164 511 A (ELMENDORF) 5. Januar 1965 (1965-01-05) * Spalte 4, Zeile 58 - Spalte 5, Zeile 11 * * Spalte 6, Zeile 25 - Zeile 28; Ansprüche 4,5; Abbildungen 4,5 *	1-6	E04C2/16
Y	DE 31 15 077 A (BISON-WERKE BÄHRE & GRETEN GMBH) 4. November 1982 (1982-11-04) * Seite 8, Zeile 19 - Seite 9, Zeile 14; Ansprüche 1-3 *	1-6,18,19,21	
Y	US 2003/089061 A1 (DEFORD ET AL.) 15. Mai 2003 (2003-05-15)	18,19,21	
A	* Absätze [0030], [0031], [0044] - [0047], [0056], [0063], [0064], [0079] - [0087]; Ansprüche 40-43 *	7,9	
A	DE 30 49 997 A (KOBBER) 21. Juli 1983 (1983-07-21) * Ansprüche 1,2 *	10,11	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
D,A	DE 34 06 895 A (SIMATUPANG) 5. September 1985 (1985-09-05) * Seite 7, Zeile 12 - Zeile 24 *	12,22	E04C
A	DE 101 43 612 C (GEBR. KNAUF WESTDEUTSCHE GIPSWERKE) 16. Januar 2003 (2003-01-16) * das ganze Dokument *	14,17	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Juli 2005	Prüfer Mysliwetz, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 00 7510

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-07-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3164511	A	05-01-1965	KEINE	
DE 3115077	A	04-11-1982	DE 3115077 A1	04-11-1982
US 2003089061	A1	15-05-2003	US 2002139082 A1 AU 1139402 A BR 0114493 A CA 2424889 A1 CN 1468341 A CZ 20031174 A3 EP 1330580 A1 JP 2004511685 T NZ 525328 A PL 361095 A1 TW 583079 B WO 0231287 A1	03-10-2002 22-04-2002 13-01-2004 18-04-2002 14-01-2004 12-11-2003 30-07-2003 15-04-2004 25-02-2005 20-09-2004 11-04-2004 18-04-2002
DE 3049997	A	21-07-1983	DE 3008204 A1 DE 3049997 A1 AT 379362 B AT 58081 A BE 887765 A1 CA 1149240 A1 CH 649072 A5 DK 94281 A ,B, ES 8204783 A1 FR 2477594 A1 GB 2073167 A ,B IT 1142653 B JP 56134555 A NL 8100914 A NO 810614 A ,B, SE 451325 B SE 8101378 A US 4369201 A US 4400217 A YU 53781 A1	01-10-1981 21-07-1983 27-12-1985 15-05-1985 01-07-1981 05-07-1983 30-04-1985 05-09-1981 16-08-1982 11-09-1981 14-10-1981 15-10-1986 21-10-1981 01-10-1981 07-09-1981 28-09-1987 05-09-1981 18-01-1983 23-08-1983 30-09-1983
DE 3406895	A	05-09-1985	DE 3406895 A1 AT 39914 T DE 3567441 D1 WO 8503700 A1 EP 0172207 A1 FI 854174 A ,B, JP 61501557 T	05-09-1985 15-01-1989 16-02-1989 29-08-1985 26-02-1986 24-10-1985 31-07-1986

EPO FORM P0461

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

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

EP 05 00 7510

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-07-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10143612 C	16-01-2003	DE 10143612 C1	16-01-2003
		EP 1291475 A1	12-03-2003

EPO FORM P0461

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